

Recursos Geológicos e Saúde Humana: O uso do Cobalto na Radioterapia

Alexandra Sofia Coelho Monteiro

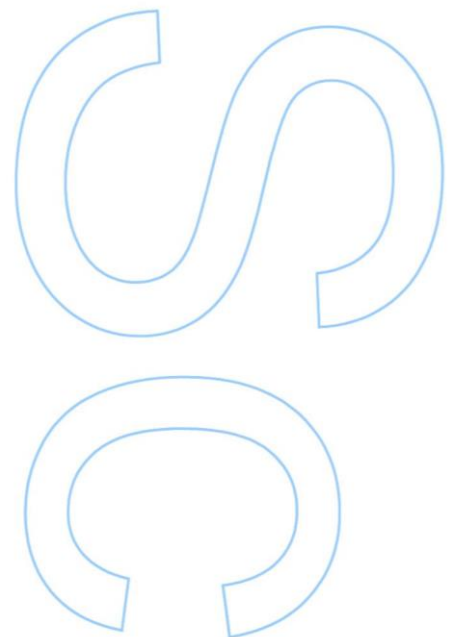
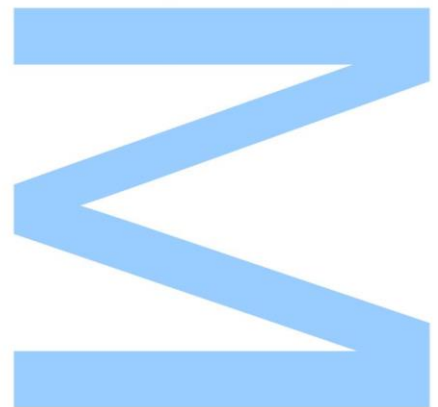
Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Departamento de Biologia e Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território/Unidade de Ensino das Ciências
2016

Orientadores

Professora Doutora Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar com Agregação, Faculdade de Ciências

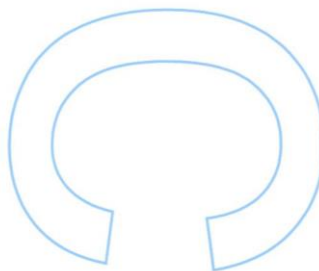
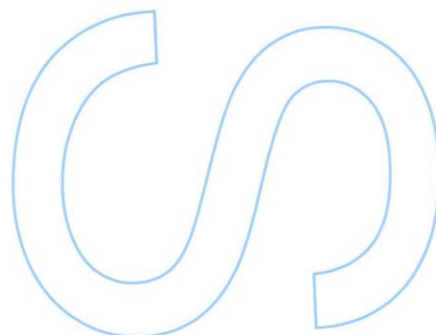
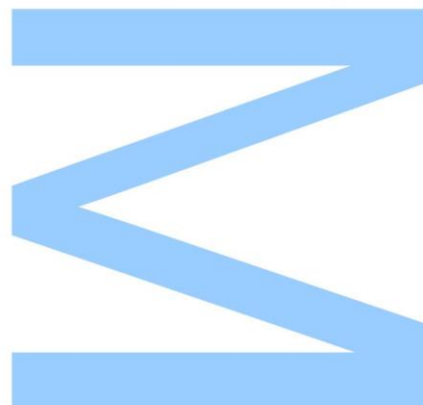
Professor Doutor Luís Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



*Quando recebemos um ensinamento devemos receber
como um valioso presente e não como uma dura tarefa.
Eis aqui a diferença que transcende.*

Albert Einstein

Agradecimentos

Não há no mundo exagero mais belo que a gratidão.

Jean de la Bruyere

À Professora Doutora Clara Vasconcelos e ao Professor Doutor Luís Calafate pela partilha de ideias, informações e conhecimentos. Realçando a disponibilidade, paciência e compreensão que sempre demonstraram.

À Professora Rosa Costa, que se mostrou sempre disponível, apoiando e incentivando a cada dia, tornando esta intensa tarefa menos custosa.

À Professora Alexandra Tabuaço, coordenadora do Projeto de Educação para a Saúde, que tornou possível a implementação deste trabalho e por toda a amabilidade.

Ao Professor Doutor António Moura pela partilha de conhecimentos e informações.

À melhor equipa de todas, AEFCUP, que me ensinou tantas coisas, entre as quais, a importância do trabalho em equipa, que nem sempre é fácil mas que é sempre mais gratificante.

Aos meus colegas de Licenciatura em Biologia-Geologia, que proporcionaram os três melhores anos da minha vida.

Às minhas colegas de Mestrado Ana, Cláudia, Cátia e Joana por todo carinho, apoio, solidariedade e motivação.

Aos meus amigos da 'Santa Terrinha', Cátia, Mané, Kiki e Ludovina por serem como irmãos para mim. Por terem marcado a minha vida! Graças a vocês é que fui à luta.

À minha família que apesar de não concordar com a profissão que escolhi me ajudou em tudo que estava ao seu alcance para que conseguisse concretizar o meu objetivo.

Por fim, mas igualmente importante, deixo um agradecimento às minhas colegas de casa, em particular à Carla, à Cátia, à Raquel e Susana pelo amparo, carinho e ajuda que sempre demonstraram. Aos 'vizinhos' pelas horas de sono roubadas e transformadas em gargalhadas que me ajudaram a descontrair nos momentos mais stressantes.

A todos aqueles que de alguma forma me fizeram acreditar no meu valor e me ajudaram a conquistar este objetivo, caminhando lado a lado comigo neste longo percurso.

Resumo

Numa sociedade marcada fortemente pelo desenvolvimento científico e tecnológico, a Educação Científica torna-se uma necessidade para todos, ressaltando a importância da Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (Parreira, 2012). A forma como, na atualidade, a sociedade utiliza a Tecnologia exige que a Escola fomente o reencontro das interações dos conceitos da Ciência e da Tecnologia, tornando-se uma ferramenta de auxílio ao aluno, promovendo o pensamento crítico e literacia científica, preparando este como futuro cidadão e interveniente social.

Apesar da constância de termos científicos e de situações sociais das Ciências da Terra no quotidiano dos Portugueses, vários indicadores revelam uma enorme iliteracia neste domínio (Carvalho, 2008). Os fatores geológicos desempenham um papel de extrema importância numa variedade de situações relacionadas com a saúde e bem-estar das pessoas, no entanto, verifica-se uma falta de compreensão generalizada da sua importância (Torres, Costa & Vasconcelos, 2015).

Pelo exposto, realizou-se um estudo descritivo com uma turma de 10º ano de escolaridade do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias com o intuito de verificar se estes alunos reconhecem a importância dos recursos geológicos no quotidiano do Homem, nomeadamente na promoção da saúde humana, recorrendo ao exemplo do uso do cobalto na radioterapia. Os elementos radioativos como o cobalto apresentam características específicas, como radiação e tempo de semi-vida curto. As células cancerígenas são mais 'sensíveis' à radiação que as células normais e quando expostas à radiação pelo tempo e intensidade podem ser destruídas.

Esta investigação qualitativa, apoiada na técnica de inquérito por entrevista (entrevista focal), e na análise de conteúdo para o seu tratamento, tem em vista obter *insights*, não podendo assim ser generalizada. Verificou-se que, na sua maioria, os alunos não reconheciam o valor dos recursos geológicos no seu quotidiano e aqueles que o reconheciam não o associavam à área da saúde. Assim, poderá ser necessário uma maior clarificação da importância dos recursos geológicos, estando implícito a elucidação da aplicação destes nas diversas áreas que influenciam o nosso quotidiano e a nossa qualidade de vida.

Palavras-Chave: Recursos Geológicos, Saúde Humana, Cobalto, Radioterapia, Minerais, Elementos Químicos, Cancro.

Abstract

In a society strongly influenced by scientific and technological development, Scientific Education is a requirement for all, emphasizing the importance of Education in Science, Technology, Society and Environment (Parreira, 2012). Nowadays, as a result of the use of Technology by society, School is demanded to stimulate the interaction between Science and Technology, making it an available tool for the student to use. The main purpose is to promote critical thinking and scientific literacy, in order to prepare the students for their duties as future citizens and someone who will intervene in the society.

Despite the existence of scientific terms and social situations of Earth Sciences in the everyday life of Portuguese people, several indicators unveil huge illiteracy in this domain (Carvalho, 2008). Geological factors play a role of great relevance in a wide range of situations related to people's health and well-being, however, there is a lack of widespread understanding of its importance (Torres, Costa & Vasconcelos, 2015).

In the light of the above, it has been made a descriptive study to a 10th grade class from the Science and Technology area in order to understand if these students recognize the importance of geological resources in the everyday life of mankind, namely in the promotion of human health, as for example the use of cobalt in radiotherapy. The radioactive elements like cobalt have specific characteristics such as radiation and short half-life time. Cancer cells are more "sensitive" to radiation than regular cells and when exposed to radiation, provided appropriate time and intensity, can be destroyed.

This qualitative research uses surveys by questionnaire (focal interview) and content analysis to its treatment to obtain insights, and therefore it cannot be generalized. It has been verified that the majority of students did not recognize the importance of geological resources in their daily life, and those who did would not associate it with the health sector. Thus, a clarification of the importance of geological resources should be necessary, as it is the clarification of its application in the different areas of our daily life as well as in our quality of life.

Keywords: Geological Resources, Human Health, Cobalt, Radiotherapy, Minerals, Chemical Elements, Cancer.

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	II
<i>Abstract</i>	III
Lista de figuras	IV
Lista de tabelas	IV
Lista de abreviaturas	IV
Capítulo I - INTRODUÇÃO	1
I1. Contextualização da Investigação	1
I2. Problema e Objetivos da Investigação	3
I3. Organização do Relatório de Estágio	4
Capítulo II - ENQUADRAMENTO TEÓRICO	6
II1. Introdução	6
II2. Cobalto	8
II3. Radioterapia	9
II3.1. Introdução	9
II3.2. O tratamento	11
II3.3. A técnica usando cobalto-60	12
II3.4. Efeitos na saúde	13
Capítulo III - METODOLOGIA DE ENSINO	15
III1. Introdução	15
III2. Recursos educativos	16
Capítulo IV - METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO	18
IV1. Introdução	18
IV2. Caracterização da metodologia de investigação	18
IV3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados	19
IV4. Caracterização da amostra	19
Capítulo V – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	21
V1. Introdução	21
V2. Apresentação de Resultados	22
V3. Análise e Discussão de Resultados	24
V4. Dificuldades e Limitações da Investigação	25
Capítulo VI - CONCLUSÕES	27
VI1. Conclusões	27
VI2. Implicações no Desenvolvimento Profissional	27
REFERÊNCIAS	30
ANEXOS	34
APÊNDICES	35

Lista de figuras

Figura 1. Instrumentos de caça feitos a partir de sílex de idade Paleolítica.

Figura 2. *Carborundum* (mineral sintético).

Figura 3. Cobalto sob a forma de liga metálica.

Figura 4. Modelo computacional de prótese de joelho de cobalto.

Figura 5. Publicação da descoberta do elemento rádio pelo casal Curie.

Figura 6. Curva de sobrevivência celular à exposição da radiação ionizante.

Figura 7. Curva de sobrevivência celular a radiação ionizante fracionada.

Figura 8. Aparelho de Radioterapia.

Índice de tabelas

Tabela 1. Perguntas do guião da Entrevista Focal, objetivos e codificação.

Tabela 2. Resultados da codificação da análise de conteúdo das transcrições das gravações.

Tabela 3. Elementos químicos e funções biológicas no organismo humano.

Tabela 4. Transcrição e codificação das gravações da entrevista

Lista de Abreviaturas

CTSA – Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente

Co-60 – Cobalto-60 (isótopo)

DNA – *Deoxyribonucleic acid* (Ácido desoxirribonucleico)

IPO – Instituto Português de Oncologia

IPP – Introdução à prática Profissional

PES – Projeto de Educação para a Saúde

MeV – 1 milhão de eletrões-volt (unidade de medida de energia)

Capítulo I – Introdução

1.1. Contextualização da Investigação

Numa sociedade marcada fortemente pelo desenvolvimento científico e tecnológico, a Educação Científica torna-se uma necessidade para todos, ressaltando a importância da Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (Parreira, 2012). A interação Ciência e Tecnologia em diversos contextos é, cada vez mais, relevante. Para Santos (1999), a forma como, na atualidade, a sociedade utiliza a Tecnologia exige que a Escola fomente o reencontro das interações dos conceitos da Ciência e da Tecnologia, tornando-se uma ferramenta de auxílio ao aluno, futuro cidadão e interveniente social.

A ciência e as inovações tecnológicas devem ser conduzidas de modo a encontrar a solução dos graves problemas estruturais e globais da humanidade, num compromisso efetivo de contribuir, de forma significativa, para uma sociedade mais digna, justa, solidária e sustentável (Lorenzetti, Trindade, Pires & Ramos, 2012).

O termo tecnologia na área da saúde é, muitas vezes, associado à maquinaria desenvolvida para a reabilitação e sobrevivência dos indivíduos. Porém, é importante ressaltar que tal conceito pode expressar-se de diferentes maneiras, a saber: tecnologia dura, que se refere exatamente à ideia trazida pelo senso comum, representada pelas máquinas, normas e estruturas organizacionais; tecnologia dura-leve, representada pelos saberes teóricos que darão suporte para a compreensão do processo de trabalho em saúde, como a clínica médica, a clínica psicanalista e a epidemiologia; e a tecnologia leve, evidenciada pelas relações interpessoais que têm por finalidade suprir as necessidades básicas do paciente (Merhy & Onocko, 2006).

A Geologia pode parecer longe das questões relativas à saúde humana. Contudo, as rochas são a base da superfície da Terra, uma vez que estão repletas de minerais e elementos químicos naturais, expressos na tabela periódica. A maioria destes elementos entra no corpo humano através do ar, dos alimentos e da água e detém um papel muito importante no metabolismo do ser humano (anexo I). A relação entre rochas, minerais e saúde humana é conhecida há séculos. Antigos textos chineses, egípcios, islâmicos e gregos descrevem os múltiplos benefícios terapêuticos de várias rochas e minerais, assim como os diversos problemas de saúde que podem causar. Há mais de 2000 anos, textos chineses descreveram o uso de 46 minerais diferentes com aplicações medicinais. A lei básica da toxicologia foi enunciada por Paracelsus (1493-1541) pela primeira vez: “Todas as substâncias são venenos; não há uma única que não o seja. A dose certa diferencia um veneno de um remédio”.

Assim, podem-se verificar efeitos biológicos positivos ou negativos, resultante de um aumento, ou de uma diminuição, da concentração de vários elementos.

São diversos os exemplos da história que demonstram a relação imbricada entre fatores geológicos e a saúde (Torres, Preto & Vasconcelos, 2013). Apesar do papel fundamental que os fatores geológicos desempenham numa variedade de situações relacionadas com a saúde e bem-estar das pessoas, verifica-se uma falta de compreensão generalizada da sua importância (Torres, Costa & Vasconcelos, 2015). Existem diversos casos históricos sobre a utilização de elementos químicos no tratamento de doenças como, por exemplo, o uso do mercúrio no tratamento da sífilis e o do alumínio, no tratamento do vírus do papiloma humano.

A crescente preocupação da sociedade relativamente às interações dos fatores geológicos e da saúde humana está na base do aparecimento de uma nova e interessante área do saber – a Geologia Médica. Esta área assume várias designações, tais como, Geomedicina, Geologia Ambiental e Geoquímica Médica, designações, todavia, não equivalentes à designação que atualmente se aceita como mais completa de Geologia Médica.

Segundo Steinnes (2009), o conceito de geomedicina define-se como a ciência que lida com a influência de fatores naturais sobre a distribuição geográfica dos problemas em medicina humana e veterinária. A exposição, deficiência ou contaminação por substâncias presentes no solo são o grande enfoque desta ciência. A título de exemplo, os distúrbios por deficiência de iodo em seres humanos são mais comuns em áreas situadas longe do mar, onde a percentagem deste elemento é menor.

O conceito de Geologia Médica é frequentemente utilizado como sinónimo de geomedicina. Bunnell (2004) expõe essa correlação indicando que a Geologia Médica inclui: a identificação e caracterização das fontes naturais e antropogénicas de materiais nocivos no ambiente; o conhecimento na prevenção do movimento, alteração química e grau de infecciosidade, de agentes causadores de doenças ao longo do tempo e do espaço; e a compreensão de como as pessoas estão expostas a esses materiais e o que pode ser feito para minimizar ou prevenir essa exposição. O principal objetivo da Geologia Médica é o estudo dos impactes negativos e positivos dos elementos químicos e de minerais na saúde pública (Gomes & Silva, 2010).

No presente trabalho o recurso ao termo Geologia Médica centra-se no seu carácter geral e distancia-se da Geomedicina por não estar em causa a influência de fatores naturais, nem a distribuição geográfica destes mas a utilização de elementos químicos em tratamentos médicos, sendo também de realçar que estes elementos são

usados como auxílio no tratamento e não o causador da doença, como o explorado em Geomedicina.

Em Portugal, a Geologia Médica vem merecendo grande atenção e evidente entusiasmo nos meios científicos e académicos. Por exemplo, em 2006, realizou-se na Universidade de Aveiro, um *workshop* internacional subordinado ao tema '*Medical Geology: Metals, Health and Environment*'. Também alguns cursos de especialização de curta duração e, até mesmo, cursos superiores de graduação e pós-graduação incluem, como opcional ou obrigatória, a disciplina de Geologia Médica nos planos curriculares respetivos.

A Educação para a Saúde inclui-se entre as múltiplas responsabilidades da Escola atual e, por isso, um dos principais objetivos do Ministério da Educação visa a adoção de medidas que visem a promoção da saúde nas crianças e nos jovens em idade escolar, como o exposto no decreto Lei nº 60/2009, de 6 de Agosto.

Em consonância com esta lei, no agrupamento de escolas Rodrigues de Freitas decorre o Projeto de Educação para a Saúde (PES), que inclui todas as ações ligadas à temática da saúde como, por exemplo, a comemoração do Dia Mundial da Alimentação, aulas temáticas sobre afetos ou peças de teatro sobre sexualidade.

Assim, o presente trabalho inserido na Prática de Ensino Supervisionada concretizou-se através de uma intervenção de aproximadamente uma hora e meia, sobre a temática 'Recursos Geológicos e Saúde Humana: o uso do Cobalto na Radioterapia', integrando o plano anual de atividades do PES.

12. Problema e Objetivo da Investigação

Qualquer cidadão deve possuir a compreensão mínima dos processos da Ciência e da Tecnologia e do seu impacto na sociedade. Assim, a sociedade deve proporcionar às pessoas o conhecimento e o desenvolvimento de competências e valores, para poderem compreender e controlar o desenvolvimento científico e tecnológico de forma a adquirirem uma qualidade de vida aceitável tanto para as gerações atuais, como para as gerações futuras (Nunes & Pereira, 1999).

Qualquer cidadão poderá falar de minerais, rochas ou qualquer outro tema das Ciências da Terra com base num conhecimento comum, empírico, vulgar, ligado à sua experiência quotidiana pessoal. Palavras como minas, minérios, mineiros e minerais fazem parte do vocabulário popular, em particular, em certas regiões do nosso país. Vários termos geológicos fazem parte do quotidiano como, por exemplo, água mineral, sal mineral e elemento químico natural. Por outro lado, várias situações apelam para uma compreensão geral de fenómenos geológicos como, por exemplo, os aterros

sanitários, os acidentes nas construções civis ou, até mesmo, o trágico acidente da ponte em Entre-os-Rios (Sousa, 2002).

Apesar da constância de termos científicos e de situações sociais das Ciências da Terra no quotidiano dos Portugueses, vários indicadores revelam uma enorme iliteracia neste domínio (Carvalho, 2008). Pelo exposto, optou-se como problemática subjacente a esta investigação **verificar se os alunos reconhecem a importância de recursos geológicos no quotidiano do Homem**, detalhadamente na promoção da saúde humana, recorrendo ao exemplo do uso do cobalto na radioterapia.

No que diz respeito aos objetivos da investigação, nomeadamente ao objetivos conceituais, pretende-se relacionar os recursos geológicos com a sua aplicabilidade na saúde humana - o caso particular do cobalto na radioterapia. É, também, dado enfoque à promoção de conhecimentos e competências ligadas à abordagem CTSA com recurso à História da Ciência, contemplando assim um dos dois objetivos educacionais - promover o pensamento crítico e a literacia científica dos alunos através do confronto com situações presentes no seu quotidiano, completa o segundo objetivo educacional. Por fim, o último objetivo é dedicado à vertente profissional, pretendendo-se potenciar a qualidade profissional docente através de uma ação participativa e reflexiva, desenvolvendo competências profissionais a nível pedagógico e científico.

13. Organização do Relatório de Estágio

O presente trabalho está organizado em seis capítulos: introdução, enquadramento teórico, metodologia de ensino, metodologia de investigação, apresentação e análise de resultados e, por fim, as conclusões. A este também está inerentes as referências bibliográficas, anexos e apêndices.

No capítulo I, a introdução pretende apresentar a investigação desenvolvida no estágio curricular inserido na Pática de Ensino Supervisionada, do decorrente ano letivo, abordando a contextualização da investigação, assim como, a problemática em que ela incide, clarificando os objetivos que esta pretende alcançar.

O capítulo II é dedicado ao enquadramento teórico da investigação, referindo, a título de exemplo, alguns minerais e as suas aplicações na promoção de qualidade de vida. De seguida, faz-se uma abordagem ao cobalto, perscrutando o elemento, o mineral e, por fim, a sua aplicação. Para finalizar este capítulo, aborda-se a radioterapia clarificando em que consiste o tratamento, como é aplicado e quais as vantagens ou limitações da técnica do cobalto-60 (Co-60).

O capítulo III explana a metodologia de ensino utilizada, assim como, os instrumentos, os materiais e estratégias que foram exploradas.

No capítulo IV expõe-se a metodologia de investigação utilizada neste estudo, nomeadamente, a classificação da investigação, clarificando a sua classificação quanto ao método e quanto ao propósito, assim como, as técnicas e instrumentos de recolha de dados, culminado na caracterização da amostra.

No capítulo V apresentam-se e analisam-se os resultados obtidos através da realização da entrevista focal aos quatro grupos amostrados.

O capítulo VI, último capítulo, inclui as conclusões do estudo e as dificuldades ou limitações inerentes a este, assim como, sugestões de melhoria num futuro estudo. Este capítulo culmina com a indicação das implicações desta investigação no desenvolvimento profissional do investigador.

As referências bibliográficas regem-se pelas normas da *American Psychological Association* (APA), havendo uma preocupação pela atualidade da bibliográfica consultada, assim como, a relevância e diversidade da mesma, contemplando, entre outros, livros, revistas, artigos e sites.

Este relatório de estágio contempla também um anexo, documento complementar a este trabalho mas que não foi desenvolvido pelo autor, que está descrito vários elementos químicos e a sua função biológica no organismo humano. Incluí, também, apêndices, estes elaborados pelo autor deste trabalho académico e que correspondem ao PowerPoint utilizado na sessão dinamizada nesta investigação, assim como, os documentos explorados na mesma e, ainda, o guião de entrevista focal.

A estrutura e organização de todo o relatório de estágio pretende respeitar os aspetos formais impostos à mesma, assim como, uma sequência lógica e didática da exposição dos conteúdos.

Capítulo II – Enquadramento Teórico

II.1. Introdução

Os recursos geológicos são bens naturais classificados como recursos naturais não renováveis (exceto águas subterrâneas e geotermia), devido à sua reciclagem e reincorporação demorar centenas de milhares de anos. Estes abrangem dois grandes domínios da atividade humana: o domínio económico e o domínio cultural. Na perspetiva economicista, são procurados pelo seu elevado interesse a nível científico e tecnológico, com vista à exploração de matérias-primas minerais empregues nas mais diversas tecnologias.

Utilizar a Geologia com a finalidade de inventariação e ou de reconhecimento dos recursos naturais constitui uma forma redutora de aplicar o conhecimento em Geologia. Na verdade, a utilização dos materiais geológicos iniciou-se pela pedra lascada, com a primeira aplicação de matéria-prima (sílex e quartzito) nas indústrias paleolíticas evidenciadas nos artefactos de caça, pesca e defesa, logo que os primeiros homínídeos apareceram sobre a Terra (figura 1). Depois, veio a descoberta do bronze e do ferro, acabando por definir as respetivas Idades e, finalmente, a exploração e captação de águas, dos metais, dos carvões, do petróleo e urânio, e as suas aplicações energéticas industriais (Barbosa, Ferreira & Barra, 1999).



Figura 1. Instrumentos de caça feitos a partir de sílex de idade Paleolítica (Pam, 2011).

Sob o ponto de vista do seu enquadramento legal, consideram-se como recursos geológicos, que se integram no domínio público do Estado, os depósitos minerais, que compreendem os minérios metálicos e alguns não-metálicos mais valorizados. Os recursos hidrominerais, que abrangem as águas minerais naturais e as águas minero-industriais e os recursos geotérmicos, fluidos e formações geológicas que se encontram a temperatura elevada e cujo valor pode ser aproveitado podem, também, incluir-se no conceito de recurso geológico (Ferreira, 2015).

A aplicação dos minerais e dos elementos neles presentes é uma panóplia infinita. A título de exemplo, serão referidos quatro elementos: o sódio, o estanho, o estrôncio e o ferro e suas aplicações no nosso quotidiano.

O sódio (Na) de número atómico 11, é um metal alcalino e um dos elementos mais abundantes da nossa crosta. Tem a particularidade de ser menos denso que a água (0,91) e extrai-se, essencialmente, da halite (NaCl). É utilizado nas indústrias da

borracha e do sabão mas também está associado à produção de pastas dentífricas sob a forma de bicarbonato de sódio (NaHCO_3).

O estanho (Sn) de número atômico 50, metal cuja fonte principal é a cassiterite (SnO_2), resiste à oxidação e, por isso, é empregue para proteger uma chapa de ferro, recobrindo-a. No entanto, outras aplicações são conhecidas como, por exemplo, na radiologia, fazendo parte da composição da película radiográfica.

O estrôncio (Sr), 38 de número atômico, é um metal alcalino que se obtém da estroncianite (SrCO_3). Através de produção industrial, o estrôncio dá origem ao *carborundum* (figura 2), um carbonato de silício quase tão duro como o diamante e, por isso, utilizado como abrasivo. O seu isótopo Sr-85 é utilizado na radiologia (utilização dos raios x, resultantes do decaimento radioativo).

O ferro (Fe), cujo número atômico é 26, é um metal extraído, essencialmente, da hematite (Fe_2O_3), magnetite (Fe_3O_4), siderite (FeCO_3) e goethite ($\text{FeO}(\text{OH})$). Apresenta uma densidade de 7,84 e um ponto de fusão de 1535°C sendo o quarto elemento

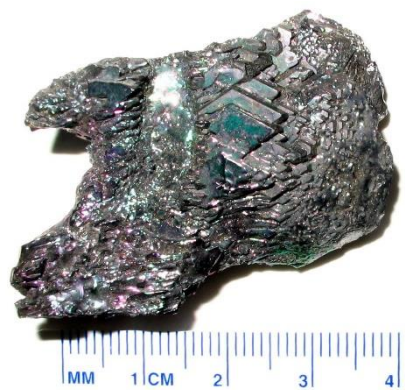


Figura 2. Carborundum, mineral sintético (Gigliotti, 2010).

mais abundante da crosta (5,8%). É conhecida a sua aplicação na indústria naval, automóvel, construção civil, química e farmacêutica. Este elemento está presente na vida humana desde o segundo milénio antes de Cristo, onde caracterizou um intervalo temporal - Idade do Ferro. O ferro é um elemento essencial à vida, desde a clorofila nas plantas à hemoglobina nos animais, duas substâncias vitais onde este elemento está presente.

Apesar da atividade extrativa já existir há séculos e ser considerada uma das atividades básicas do ser humano, ainda existe uma certa desconfiança por parte das populações, que receiam possíveis efeitos negativos. Apesar de não ser possível evitar certos danos, a indústria extrativa tem vindo a procurar reduzir o seu impacto no ambiente e os incómodos daí resultantes (Ferreira, 2015).

Existem recursos que podem ser diretamente utilizados, isto é, sem necessidade de proceder-se à exploração em mina, como é o caso da geotermia. A energia geotérmica pode ser utilizada para produção de energia elétrica, aquecimento de residências, piscinas ou águas quentes sanitárias e, ainda, para inúmeros projetos espalhados pelo mundo com aproveitamento deste tipo de energia como a agricultura ou a aquacultura (Pascoal, 2015).

Se a Ciência e a Tecnologia fazem parte do nosso dia-a-dia através de uma rede de interdependências que influenciam e são influenciadas pelo ambiente natural onde

ocorrem, então também os seus efeitos deverão ser estudados. O enfoque de uma perspectiva CTSA onde se pretende um desenvolvimento sustentável da Ciência, Tecnologia, Sociedade e do Ambiente não deverá, assim, ser descurado.

II.2. Cobalto

Com nome retirado do alemão *Kobalt*, génio do mal na mitologia germânica, este metal branco-avermelhado é bastante duro, ligeiramente magnético e dúctil. Apresenta o número atómico 27, tem uma densidade de 8,9 e funde a 1480°C. Descoberto em 1735 pelo sueco Brandt, constitui, quando combinado com o oxigénio, a base azul – azul-cobalto (Carvalho, 2008).

Os elementos podem ocorrer na crosta sob a forma livre (nativa) ou sob a forma combinada num mineral. No caso do cobalto este não forma mineral próprio, aparecendo combinado com outros elementos como, por exemplo, o enxofre e o arsénio na cobaltite. A cobaltite é o principal minério de cobalto mas a saflorite é, também, um importante minério de cobalto não podendo, assim, deixar de ser mencionada.

O cobalto, quando ocorre na sua forma livre, tende a formar ligas metálicas que lhe conferem elevada dureza (figura 3), mesmo a altas temperaturas, tornando-se assim uma potencial matéria-prima da indústria metalúrgica. Este possui várias aplicações industriais e militares, como motores de aeronaves, ímanes, ferramentas de corte e moagem e em próteses como, por exemplo, da articulação do



Figura 3. Cobalto sob a forma de liga metálica (Soares, 2014).

joelho (figura 4). Os compostos de cobalto são também usados como corantes de vidro, cerâmica, tintas e como catalisadores de reações orgânicas e industriais.

Este composto é, também, importante do ponto de vista bioquímico, pois é um constituinte da vitamina B12 (cobalamina), essencial para a saúde dos seres humanos (Soares, Colaço & Sousa, 2014). Cada molécula de vitamina B12 é constituída por um átomo de cobalto. Esta vitamina funciona como cofator em muitas reações enzimáticas,



nomeadamente na conversão da homocisteína em metionina (um aminoácido essencial) e da *L-metilmalonil-*

Figura 4. Modelo computacional de prótese de joelho de cobalto (O Joelho, 2013).

CoA em *succinil-CoA* (reação importante no metabolismo dos lípidos e hidratos de carbono). Além disto, é igualmente importante no processo de hematopoiese (processo de formação, desenvolvimento e maturação dos elementos figurados do sangue), sendo que a sua deficiência pode levar a anemia perniciosa (*Department of Health and Human Services*, 2004).

O cobalto 60 (Co-60) é um isótopo artificial extremamente radioativo produzido num reator nuclear, a partir do bombardeamento de Co-59 com neutrões (Moura, 2016). O Co-60 é conhecido devido às suas aplicações em radioterapia. Este decai em emissões beta (β) de Ni-60 com uma meia-vida de 5,2714 anos, emitindo raios gama (γ) com energias de 1,117 MeV e 1,33 MeV (Khan, 2010). Segundo Hall & Giaccia (2011), a radiação pode ser classificada de acordo com a densidade de eventos ionizantes que provocam num volume de tecido. A radiação γ é considerada de baixa transferência linear de energia (*linear energy tranference* – LET) e, por isso, é utilizada em radioterapia.

Em Portugal, o cobalto ocorre em jazidas polimetálicos (de sulfuretos) da Faixa Piritosa Ibérica em Neves Corvo, em algumas jazidas auríferas alentejanas (Escoural-Montemor-o-Novo, Évora) e, ainda, em áreas metamorizadas por contacto (escarnóides), em mármore da Zona de Ossa Morena (Carvalho, 2008).

II.3. Radioterapia

II.3.1. Introdução

Segundo o Instituto Nacional de Estatística, setenta pessoas morrem de cancro por dia, cerca de vinte e seis mil pessoas por ano. Corresponde a cerca de 24,6% da mortalidade no nosso país. O cancro do pulmão é o que tem a percentagem mais elevada de mortes, com maior incidência em homens do que em mulheres.

Uma neoplasia (ou tumor) é uma lesão com origem na proliferação não controlada de células, as unidades elementares que constituem os vários tecidos do organismo humano. Esta proliferação descontrolada leva a uma acumulação progressiva das células alteradas, conduzindo à formação de um nódulo ou massa tumoral, visível ou palpável, quando superficial, ou apenas detetável por métodos de imagem (por exemplo a ecografia). As neoplasias são bastante heterogéneas mas, de uma forma simplificada, podem ser divididas em dois grandes grupos: as neoplasias benignas e as neoplasias malignas (também designadas por Cancro). As neoplasias benignas não implicam, em regra, um risco de vida para o doente. Pelo contrário, o cancro é potencialmente fatal dado possuir, em grau variável, a capacidade de invadir e destruir o local onde tem origem e as regiões adjacentes, assim como se disseminar

à distância, através da corrente linfática e sanguínea, originando as metástases (por exemplo nos gânglios linfáticos, pulmões, ossos e cérebro).

Dependendo da célula e tecido de origem, existem numerosos tipos de cancro, cujo comportamento clínico e tratamento são bastante diferentes. Durante as últimas décadas tem-se assistido a um aumento na incidência de cancro conjuntamente com uma melhoria na sobrevivência, resultando num número crescente de sobreviventes de cancro a nível mundial (Figueiredo, 2015). O plano de tratamento depende, essencialmente, do estágio da doença mas deve ser tido em conta a idade do doente e o seu estado geral de saúde. Frequentemente, o objetivo do tratamento é curar a pessoa do cancro. Noutros casos, o objetivo é controlar a doença ou reduzir os sintomas, durante o maior período de tempo possível. A maioria dos planos de tratamento inclui cirurgia, radioterapia ou quimioterapia.

A radioterapia teve origem na aplicação do elemento químico rádio, representado pelo símbolo químico Ra e número atómico 88, utilizado pelo casal Curie (figura 5) no tratamento células cancerígenas, sendo inicialmente designada por “Curieterapia”.

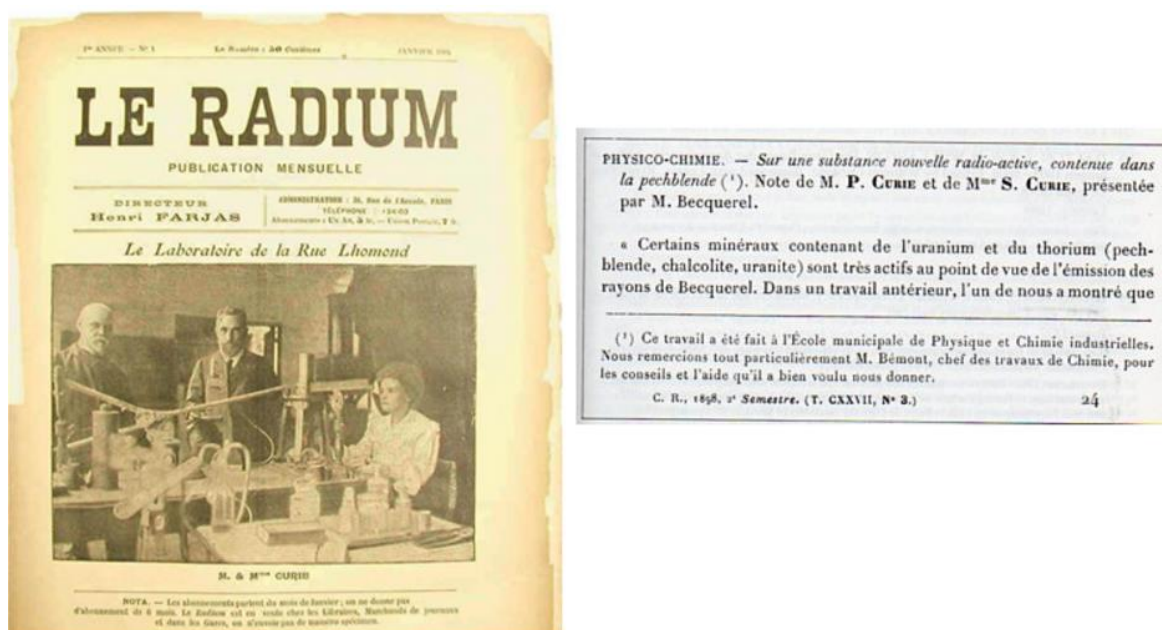


Figura 5. Publicação da descoberta do elemento rádio pelo casal Curie (El Twenty Eleven Tema, 2014).

Os elementos radioativos utilizados em radioterapia apresentam características específicas, como radiação (especificamente radiação γ) e tempo de semi-vida curto. As células cancerígenas são mais ‘sensíveis’ à radiação que as células normais e quando expostas pelo tempo e intensidade certa à radiação podem ser destruídas. Os elementos radioativos em medicina tanto podem ser utilizados como diagnóstico como em tratamento. Aplicados ao tratamento, os elementos químicos mais utilizados são o

iodo (iodo-131), cério (cério-137) e o cobalto (cobalto-60). Referente à aplicação em diagnóstico de células cancerígena, estes elementos, à semelhança dos utilizados no tratamento, apresentam energia de radiação γ e tempo de semi-vida curto, no entanto, são absorvidos preferencialmente por um órgão e, posteriormente, eliminados pelo organismo (Cardoso, 2003). Se naquele órgão existir uma maior absorção indicará que possivelmente se trata de células cancerígenas uma vez que estas possuem um comportamento diferente (absorvendo mais o elemento) que células ditas normais.

O primeiro serviço de radioterapia em Portugal remonta a 1958, no Instituto Português de Oncologia (IPO), onde foi instalada a primeira Unidade de Cobalto-60 da Península Ibérica.

II3.2.O tratamento

O mecanismo exato da morte celular devido à radiação ionizante ainda é uma área de investigação ativa. Um grande corpo de evidência apoia a existência de quebras da dupla cadeia de DNA (do inglês - *Deoxyribonucleic acid*) como o efeito celular mais importante causado pela radiação. A radiação leva à rutura irreversível, perda da integridade celular e consequente perda de capacidade mitótica, ocorrendo eventualmente a morte celular. Os danos da radiação ionizante podem ser causados diretamente, ou indiretamente, através de radicais livres formados a partir da hidrólise da água contida na célula.

A sobrevivência das células após a exposição pode ser expressa em termos de uma curva logarítmica de sobrevivência versus a dose. A curva forma um pequeno declínio inicial seguido por um declínio logarítmico da sobrevivência, a qual varia de acordo com a dose (figura 6).

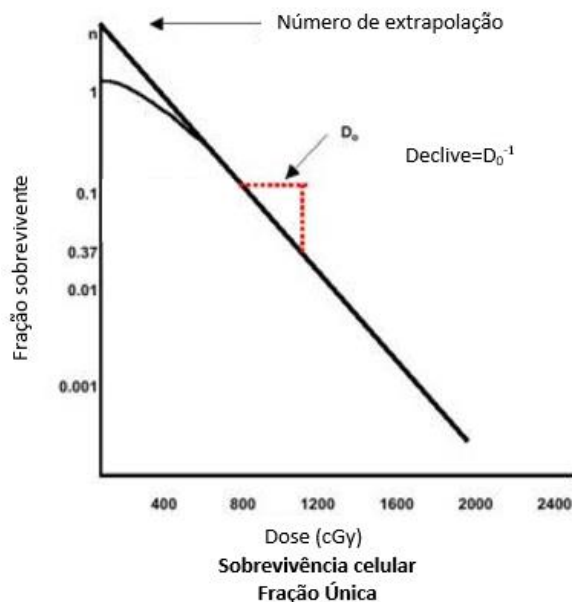


Figura 6. Curva de sobrevivência celular à exposição da radiação ionizante (Schreiber, 2015).

Pequenas doses repetidas de radiação são menos prejudiciais para uma célula sensível do que uma única fração contendo uma dose total equivalente (figura 7).

A manipulação do meio celular pode alterar a forma da curva de sobrevivência. Além de estar relacionada com a radiosensibilidade celular intrínseca, a sobrevivência das células também está relacionada com a tensão de oxigénio, a posição da célula no ciclo mitótico e com as doses administradas.

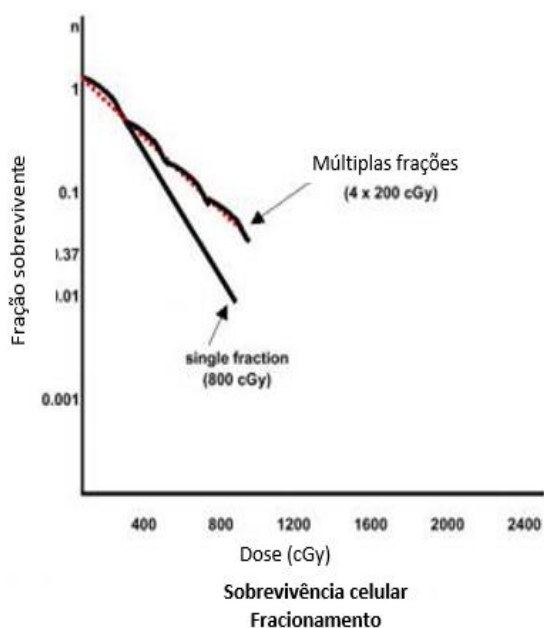


Figura 7. Curva de sobrevivência celular a radiação ionizante fracionada (Schreiber, 2015).

II3.3. A técnica usando cobalto-60

O processo de planeamento do tratamento a aplicar ao paciente é um trabalho bastante exigente, variando de caso para caso. Para a elaboração deste é necessário reunir inúmeras informações, tais como, detalhes sobre o tipo de neoplasia, o local onde está alojada e o tamanho que apresenta. Informações clínicas como exames anteriores ou doenças crónicas que o paciente apresente entram em linha de conta na elaboração do plano de tratamento. É através deste plano que se define a intensidade, duração e repetição das sessões de radioterapia.

A tecnologia atual permite a incorporação de dados anatómicos em 3 dimensões no planeamento de campos de radiação, de modo a assegurar que o campo de radiação cobre adequadamente o alvo e evita ou minimiza a dose para os tecidos saudáveis (não-alvo). Para minimizar qualquer variação no posicionamento do paciente, a imobilização meticulosa é essencial. Máscaras termoplásticas e outros dispositivos de posicionamento semelhantes são frequentemente usados no tratamento de cancro da cabeça e do pescoço.

A tecnologia aplicada à radioterapia que recorre ao Co-60 é designada, vulgarmente, por 'Bomba de Cobalto' (figura 8). Consiste numa fonte de Co-60, hermeticamente fechada e blindada (para impedir a passagem de radiação para o meio exterior) feita de chumbo e aço inoxidável designada de cabeçote de proteção e de uma plataforma móvel à semelhança de uma maca onde o paciente se deitará. No cabeçote existe um orifício em que a sua abertura é proporcional à área a ser tratada, permitindo assim a passagem de um feixe de radiação.



Figura 8. Aparelho de Radioterapia (Samuels, n.d.).

Quando terminado o tempo programado de exposição o orifício torna a fechar. Um objeto, ou o próprio corpo, quando irradiado (exposto à radiação) por uma fonte radioativa não fica radioativo (Cardoso, 2003).

II3.4. Efeitos na saúde

Os efeitos causados pela radiação ionizante no tecido celular podem ser agrupados em dois grupos: os efeitos agudos e os crónicos. Os efeitos agudos ocorrem durante a terapia e durante o período pós terapia (aproximadamente 2-3 semanas após a conclusão de um ciclo de irradiação). Efeitos crónicos podem manifestar-se em qualquer altura, passado umas horas, umas semanas ou até passado anos. Os pacientes são, geralmente, mais afetados com os efeitos agudos mas são os efeitos crónicos que exigem mais preocupações médicas. Os efeitos agudos podem ser bastante desconfortáveis mas, geralmente, são de resolução fácil, enquanto, os crónicos podem ser devastadores, permanentes e progressivos.

Grande parte do esforço no planeamento do tratamento tem a ver com a minimização dos efeitos do tratamento sobre o tecido saudável. Os tecidos que se dividem rapidamente (por exemplo, membranas mucosas) respondem de forma aguda à radiação e são responsáveis por grande parte da morbilidade aguda do tratamento. A mucosite representa a aglomeração das células epiteliais mortas, fibrina e células inflamatórias. A perda de sabor, apetite e peso são consequência destes efeitos agudos. O tratamento destes efeitos agudos começa enquanto o paciente ainda está

em tratamento radioterapêutico, mas pode continuar por várias semanas após a radioterapia ser concluída.

Tal como os efeitos agudos, os efeitos crônicos estão relacionados com a dose, volume e tempo do tratamento. Outras terapias, tais como a cirurgia e a quimioterapia, podem aumentar a probabilidade e a gravidade de morbidade relacionada com a radiação ionizante. A perda da função salivar, úlceras e o síndrome de Lhermitte são alguns dos efeitos crônicos que pode surgir após o tratamento com radiação ionizante.

Cancros induzidos pela radiação ionizante são, felizmente, bastante incomuns. O risco de aparecimento de um segundo cancro é representado pelos mesmos mecanismos genéticos e etiológicos que são responsáveis pelo aparecimento do cancro primário.

Segundo Cardoso (2003), é de extrema importância fazer a distinção entre irradiação e contaminação. A contaminação caracteriza-se pela presença de um material indesejável num determinado local. A irradiação é a exposição de um objeto ou de um corpo à radiação. Portanto, pode haver irradiação sem existir contaminação, ou seja, não há contacto entre a fonte radioativa e o objeto ou corpo irradiado. No entanto, havendo contaminação radioativa (presença de material radioativo) é claro que haverá irradiação do meio contaminado. Não se deve confundir o efeito (construtivo ou destrutivo) da radiação com o fato de um material se tornar radioativo. Os materiais só podem ficar radioativos quando transformados industrialmente por diversos processos em reatores nucleares ou aceleradores de partículas.

Capítulo III – Metodologia de Ensino

III.1. Introdução

Uma das principais finalidades da Educação em Ciência consiste na preparação dos alunos para um mundo marcado por complexos dilemas éticos suscitados pela atividade científica e pelo desenvolvimento tecnológico. O exercício da cidadania em sociedades democráticas depende da capacidade dos cidadãos para avaliarem criticamente os efeitos da ciência e da tecnologia na sociedade (Reis, 2007). Neste sentido, devem-se utilizar metodologias de ensino e de aprendizagem que promovam no aluno um conhecimento efetivo e facilmente transmissível, que possibilitem a mobilização dos saberes em situações problemáticas quotidianas ou profissionais e que favoreçam uma avaliação de conhecimentos e capacidades necessários à literacia científica (Vasconcelos & Almeida, 2012).

Aplica-se uma metodologia de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), apoiada no paradigma socioconstrutivista. Assim, promove-se o diálogo com os alunos, proporciona-se a troca de ideias, de uma forma dinâmica e interativa, onde o aluno aprende novos conhecimentos à medida que tenta encontrar soluções para os casos que são apresentados sob a forma de cenários reais do quotidiano. Pretende-se suscitar o interesse dos alunos sobre a temática dos recursos geológicos e a sua aplicação na saúde, demonstrando a importância que estes exercem no nosso dia-a-dia.

O socioconstrutivismo, teoria que tem como base os estudos de Vygotsky e seus seguidores, apoia-se no papel da interação social, da linguagem e da cultura na origem e na evolução do psiquismo humano. Segundo este referencial, o conhecimento não é uma representação da realidade, mas um mapeamento das ações e operações conceituais que provaram ser viáveis na experiência do indivíduo. Portanto, a aprendizagem é um resultado adaptativo que tem natureza social, histórica e cultural. Na perspetiva de que o processo de desenvolvimento é otimizado pelo aluno e que a presença ou na colaboração de outra pessoa, mais capaz, que conduz este processo, o referencial socioconstrutivista situa a educação e a escola como tendo um papel essencial na promoção do desenvolvimento dos indivíduos, e o professor, como planeador, observador, promotor e desafiador do desenvolvimento dos mesmos (Boiko & Zamberlan, 2001).

Segundo Vygotsky (1980), sem deixar de reconhecer a importância fundamental da atividade individual, o indivíduo progride pela apropriação da cultura através das interações sociais, cuja vivência favorece a sua interiorização. Tal interiorização corresponde à reconstrução interna de uma operação externa e o desenvolvimento é

uma sócio construção. A influência positiva das interações sociais nas aprendizagens cognitivas foi experimentalmente demonstrada pelos investigadores da corrente da Psicologia Social, particularmente, no que respeita ao papel do conflito sociocognitivo no êxito das interações, mostrando a importância dos confrontos entre pares.

Posto isto, recorre-se à apresentação de um caso que suscite o levantamento de questões e proporcione o trabalho em grupo na resolução do mesmo. A utilização do caso permite que os alunos aprendam de forma ativa, desenvolvendo capacidades analíticas e de tomada de decisão, interiorizando conhecimentos, aprendendo a lidar com as situações complexas e controversas da vida. Procura-se promover uma melhor compreensão da natureza da ciência e das potencialidades e limitações deste empreendimento, preparando os alunos para uma intervenção mais crítica em discussões e debates públicos sobre questões socio científicas.

Apesar da metodologia de ensino utilizada se classificar como ABRP é apenas uma versão resumida desta, uma vez que, não se procede a todas as etapas da mesma devido à curta extensão da sessão.

III2. Recursos Educativos

Os recursos educativos são ferramentas utilizadas com o intuito de facilitar o processo de ensino/aprendizagem desempenhando um papel importante no auxílio da construção do conhecimento. Os recursos educativos podem ser mais simples ou mais completos devendo-se ter em conta o público-alvo, os recursos logísticos disponíveis e o objetivo do ensino/aprendizagem delineado.

A planificação é um importante auxiliar da prática pedagógica, contribuindo para o sucesso do processo ensino-aprendizagem, uma vez que permite ao docente fazer uma previsão do que poderá ser a sua aula, definindo o conjunto de objetivos, conteúdos, experiências de aprendizagem, assim como a avaliação. É um processo que exige do professor uma reflexão sobre a sua prática de ensino, o que pretende com ela, quais os objetivos a atingir, consciente que a sua ação será determinante na aprendizagem dos seus alunos (Barroso, 2013). Assim, definiram-se os seguintes objetivos pedagógicos gerais e específicos para a aplicação desta temática:

Objetivos gerais:

- Estimular o raciocínio científico e o espírito crítico;
- Adquirir capacidades de seleção e organização de informação;
- Fomentar o trabalho colaborativo na aprendizagem em Ciências;
- Incutir um pensamento a nível global acerca dos recursos geológicos e sua aplicabilidade;

- Promoção de conhecimentos e competências ligados a uma abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA);
- Mobilizar o conhecimento científico na resolução de problemas do quotidiano, fomentando a literacia científica.

Objetivos Específicos:

- Saber identificar e distinguir os conceitos de elemento, mineral, minério e recurso geológico;
- Descrever qual a aplicabilidade de alguns elementos na promoção de saúde;
- Identificar casos do quotidiano onde estão presentes elementos geológicos;
- Compreender a importância da investigação dos recursos geológicos para a promoção da qualidade de vida humana;
- Compreender o papel do cobalto no tratamento do cancro, utilizando como terapêutica a Radioterapia.

Pretende-se, ainda, que os alunos reconheçam e compreendam vários conceitos como, por exemplo, recursos geológicos, elementos químicos, minerais, Curieterapia, Radioterapia, elementos radioativos, tempo de semivida, decaimento radioativo, células cancerígenas e Geologia Médica.

A metodologia aplicada é mediada pela apresentação PowerPoint (apêndice 1), tentando ser o mais interativa e dinâmica possível de modo a promover a interação aluno-professor e aluno-aluno com a utilização do caso, levantando-se questões às quais os alunos terão de dar resposta, levando à abordagem da temática em questão. Inicia-se a sessão com a apresentação de um vídeo (<https://onedrive.live.com/redir?resid=EBD6E318D146E825!464&authkey=!AN38Cmpc9wmlH2I&ithint=video%2cmp4>) que ilustra a aplicação dos elementos e/ou minerais no nosso quotidiano. Este vídeo pretende que o aluno reflita sobre a aplicação destes elementos e, em particular, do cobalto na radioterapia.

Após um breve momento reflexivo, dá-se início à apresentação abordando o caso da Curieterapia, enfatizando a importância da História da Ciência (apêndice 2). Aos alunos facultam-se três fichas descritivas de elementos químicos (rádio, cério e cobalto) com intuito destes se questionarem sobre a escolha destes elementos na terapêutica da radioterapia (apêndice 3).

Acredita-se que a utilização deste recurso educativo fomentará o interesse e a participação do aluno, tornando esta sessão vantajosa para ambas as partes a nível de aprendizagens significativas.

Capítulo IV – Metodologias da Investigação

IV1. Introdução

Este capítulo compreende a caracterização da metodologia utilizada, a amostra selecionada bem como a técnica de recolha de dados.

Existe uma necessidade de clarificar o significado dos termos metodologia, método e técnica, utilizados neste trabalho, uma vez que estes conceitos possuem várias definições para diferentes autores e, nalguns casos, existem autores que empregam estes termos como sinónimos. Para Fonseca (2002), *methodos* significa organização, e *logos*, estudo sistemático, pesquisa, investigação; ou seja, metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência. Considera-se método como um conjunto concentrado de operações que são realizadas para atingir um objetivo, um corpo de princípios que presidem a toda investigação organizada, um conjunto de normas que permitem selecionar e coordenar técnicas (Grawitz, 1993). As técnicas, são procedimentos operatórios rigorosos, bem definidos, transmissíveis, suscetíveis de serem novamente aplicados nas mesmas condições, adaptados ao tipo de problemas e aos fenómenos em causa (Grawitz, 1993).

Toda a investigação científica necessita definir o seu objeto de estudo e, a partir daí, construir um processo de investigação, delimitando o universo que será estudado. Nesse sentido, este capítulo é essencial para o esclarecimento da metodologia aplicada.

IV2. Caracterização da metodologia de investigação

Segundo Gay, Mills & Airasian (2006), as investigações em Ciências de Educação podem ser classificadas quanto ao seu propósito e quanto ao seu método. Seguindo esta classificação, o propósito desta leva a classificá-la como um estudo descritivo focando-se no método qualitativo e apoiando-se na técnica de inquérito por entrevista (entrevista focal) como seu instrumento de recolha de dados.

A abordagem qualitativa das questões educativas procura penetrar no mundo pessoal dos sujeitos, para saber como interpretam as diversas situações e que significado têm para eles (Latorre, Del Rincon & Arnal, 1996). Assim, podemos considerar que a investigação qualitativa tem em vista obter *insights*, não podendo assim ser generalizada. Segundo Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa tem na sua essência cinco características: a fonte direta dos dados é o ambiente natural, onde o investigador é o principal agente na recolha desses mesmos dados; os

dados que o investigador recolhe são, essencialmente, de carácter descritivo; os investigadores que utilizam metodologias qualitativas interessam-se mais pelo processo em si do que propriamente pelos resultados; a análise dos dados é feita de forma indutiva; o investigador interessa-se, acima de tudo, por tentar compreender o significado que os participantes atribuem às suas experiências.

Pode apontar-se como principal vantagem da presente investigação a riqueza dos dados recolhidos e como principal desvantagem a subjetividade e inexperiência do investigador na recolha e no tratamento dos dados. Contudo, este último aspeto foi salvaguardado pela experiência dos orientadores, tornando válido e fiel o guião de entrevista e a consistência da sua análise.

IV3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Como referido anteriormente, a técnica utilizada é o inquérito por entrevista, recorrendo a entrevista focal como instrumento de recolha de dados. O inquérito permite a recolha sistemática de dados para responder a um determinado problema. O inquérito pode ser por entrevista ou por questionário distinguindo-se por um se realizar presencialmente e outro à distância, sendo comumente utilizado o inquérito por entrevista em investigações qualitativas e o inquérito por questionário em investigações quantitativas.

A entrevista focal tem a vantagem de ser económica, de proporcionar grande quantidade e diversidade de informação, de estimular os participantes, de ser mais cumulativa e elaborativa do que as respostas individuais e de ser uma técnica de pesquisa em expansão em estudos de natureza qualitativa (Aires, 2011). No entanto, tem também desvantagens: a cultura do grupo pode interferir com a expressão individual; o grupo pode ser dominado por uma só pessoa; o pensamento do grupo é um possível resultado do processo e exige mais competências ao entrevistador na gestão das dinâmicas do grupo (Fontana & Frey, 1994).

IV4. Caracterização da amostra

A amostra selecionada para esta investigação resume-se aos alunos do 10º ano, da turma A, do agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas. Trata-se de uma amostra não probabilística, de conveniência, uma vez que não é uma amostra significativa (não representa uma população). Não apresenta nenhuma característica particular, tendo sido selecionada pelo facto de ser uma turma com a qual mantém-se um contacto regular. Deste modo, os resultados não poderão ser generalizados à população a que pertence a amostra de conveniência.

A turma A do 10º ano integra o curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, sendo constituída por 27 alunos, 18 do sexo feminino e 9 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 15 e os 16 anos. Esta amostra de conveniência ($N=27$) foi dividida em quatro grupos (n_1 , n_2 , n_3 e n_4), sendo cada grupo alvo de entrevista focal. Tal necessidade resulta da possibilidade de auscultar a opinião dos alunos procedendo-se a entrevistas em grupo, com cerca de sete alunos por grupo. Opta-se por não fazer entrevistas com menor número de alunos, pois esta tarefa excede as suas obrigações letivas e serve os propósitos da estagiária.

Capítulo V – Apresentação e Discussão de Resultados

V1. Introdução

Neste capítulo, apresentam-se e analisam-se os resultados da investigação, sustentados pela análise de conteúdo às transcrições das entrevistas focais realizadas a quatro grupos amostrais. Tratando-se de uma investigação qualitativa, os dados obtidos são, essencialmente, descritivos e a sua análise é feita de uma forma indutiva.

Após a administração da sessão, que decorreu, aproximadamente, durante uma hora e meia, realizou-se, de seguida, a entrevista focal a cada grupo, orientada pelo guião de entrevista (apêndice 4). O guião da entrevista foi devidamente avaliado e validado pelos orientadores científicos garantindo assim a validade e fidelidade das questões formuladas.

A entrevista caracteriza-se como semiestruturada, existindo perguntas intercalares que orientam os participantes e facilitam a perceção do investigador na indução de significados. Realizaram-se pequenos esclarecimentos ao longo da entrevista de forma a obter respostas o mais fiéis possíveis.

Os alunos foram distribuídos intencionalmente pelos diferentes grupos, assegurando uma heterogeneidade intragrupal e uma homogeneidade intergrupala. Os grupos estão assinalados como grupo I, II, III e IV, sendo que aos respetivos alunos de cada grupo é atribuído um código semelhante, ou seja, os alunos pertencentes ao grupo I são designados pelo código I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6 e I.7, aplicando-se a mesma ordem de pensamento lógico aos restantes grupos.

Para além da gravação da entrevista, concretizaram-se alguns apontamentos tanto da parte do investigador como do entrevistador cooperante, Ana Ribeiro, de forma a facilitar a posterior codificação dos dados descritos. O facto de os alunos já conhecerem os entrevistadores e da entrevista decorrer no seu meio natural, poderá ser um fator importante para a participação destes.

Em 1980, Krippendorff refere a análise de conteúdo como a técnica de investigação que permite fazer inferências válidas replicáveis dos dados do contexto. Segundo Guerra (2006), não há um único tipo de análise de conteúdo, como não há um tipo de entrevista, ou um único tipo de entrevistador. Assim, tenta-se enquadrar esta análise de conteúdo num paradigma de análise compreensiva e indutiva. A análise de conteúdo tem uma dimensão descritiva que visa dar conta do que nos foi narrado e uma dimensão interpretativa que decorre das interrogações do investigador

face ao objeto de estudo, com recurso a um sistema de conceitos teórico-analíticos cuja articulação permite formular as regras de inferência.

V2. Apresentação de Resultados

Ressaltando o objetivo inicial da investigação que pautava-se por verificar se os alunos reconhecem a importância de recursos geológicos no quotidiano, nomeadamente na promoção da saúde humana, recorrendo ao exemplo do uso do cobalto na radioterapia, apresentam-se os resultados obtidos com esta investigação.

Para analisar os dados obtidos através das entrevistas organizou-se na tabela 1, as perguntas gerais e intercalares do guião de entrevista, assim como os objetivos pretendidos com a formulação dessas questões. A última coluna da tabela destina-se ao código atribuído para a realização da análise de conteúdo compreensiva e indutiva, às transcrições da entrevista focal de cada grupo.

Tabela 1. Perguntas do guião da Entrevista Focal, objetivos e codificação.

	Pergunta Geral	Pergunta Intercalar	Objetivos	Código
Pergunta 1	O que entendes por recursos geológicos?	<ul style="list-style-type: none"> O que pode ser considerado recursos geológico? Uma salina pode ser considerada um recurso geológico? 	Constatar se os alunos compreendem o que é um recurso geológico.	A0 – Não compreendem A1 – Compreendem
Pergunta 2	Que aplicações podem ter os recursos geológicos?	<ul style="list-style-type: none"> As aplicações destes recursos focam-se apenas numa área? Se sim, qual? 	Perceber se atribuem exclusividade da aplicação dos recursos geológicos em determinada área (ex: indústria petrolífera).	B0 – Não atribuem exclusividade B1 – Atribuem exclusividade
Pergunta 3	Como conheceste essas aplicações?	<ul style="list-style-type: none"> Consideras que a escola foi a principal fonte desta informação? Para além desta sessão, onde abordaste esta temática? 	Verificar se foi o primeiro contacto com esta temática. Caso não tenha sido, como adquiriram esses conhecimentos.	C0 – Não foi o primeiro contacto; C1 – Foi o primeiro contacto;
Pergunta 4	Para além do cobalto na radioterapia, conheces mais algum caso do uso dos recursos geológicos na saúde humana?	<ul style="list-style-type: none"> Sabias que nas radiografias é utilizada a prata? Sabias que as ligas-metálicas são utilizadas em próteses? 	Verificar os conhecimentos da aplicação dos recursos geológicos na promoção da saúde humana.	D0 – Desconheciam as aplicações; D1 – Conheciam as aplicações;

Pergunta 5	Consideras que uma apresentação recorrendo a imagens, vídeos e a casos do quotidiano é melhor que uma aula expositiva?	<ul style="list-style-type: none"> • Preferes uma aula em que seja só o professor a falar? • Consideras que usar situações do quotidiano facilita a aprendizagem? 	Perceber se a metodologia de ensino aplicada foi eficaz.	<p>E0 – A metodologia de Ensino não foi relevante;</p> <p>E1 – A metodologia de Ensino foi relevante;</p>
Pergunta 6	Após esta sessão, qual a importância que atribuis aos recursos geológicos?	<ul style="list-style-type: none"> • Consideras que agora atribuis mais importância? • A importância manteve-se igual? • Consideras que agora atribuis menos importância? 	Avaliar a importância que atribuem aos recursos geológicos, após a sessão dinamizada.	<p>F0 – Atribuem igual ou menor importância;</p> <p>F1 – Atribuem mais importância;</p>

Após a transcrição integral das entrevistas, procedeu-se à sinopse dessas transcrições, com a finalidade de reduzir o montante de material a trabalhar, identificando o *corpus* central da entrevista e, assim, facilitando a atribuição dos códigos e respetivas inferências. Na elaboração desta síntese teve-se em consideração quais as intervenções que abrangiam a temática, eliminando alguns comentários adicionais que não acrescentavam valor à temática, concentrando apenas a informação referente os recursos geológicos e saúde humana.

Esta sinopse está exposta no apêndice 5, tabela 4, que compreende as questões levantadas, as respostas dos diversos participantes (descriminadas por grupo) e a respetiva atribuição de significado consumada pela atribuição do código anteriormente referido.

Neste ponto da investigação, selecionou-se e agrupou-se na tabela 2, as transcrições que demonstram, de uma forma clara, a opinião dos participantes onde a inferência dos significados das mesmas são incontornáveis. No entanto, não se considera dispensável a análise da sinopse (apêndice 5).

Tabela 2. Resultados da codificação da análise de conteúdo das transcrições das gravações.

Pergunta	Objetivo	Resposta
Pergunta 1: O que entendes por recursos geológicos?	Constatar se os alunos compreendem o que é um recurso geológico.	<p>“É um recurso que existe na geosfera e que pode ser utilizado por nós.”</p> <p>“É algo que podemos tirar da geosfera e que é passível de ser utilizado.”</p> <p>“A sua exploração tem de ser passível de se realizar. Se o homem não o conseguir alcançar deixa de ser um recurso porque não podemos utilizar.”</p>
Pergunta 2: Que aplicações podem ter os recursos geológicos?	Perceber se atribuem exclusividade da aplicação dos recursos geológicos em determinada área.	<p>“O lítio é aplicado nas baterias, o tântalo na nanotecnologia. Não sabia que os recursos eram aplicados em tantas áreas. Sabia em algumas mas não sabia que se estendia a tantas.”</p> <p>“Os recursos abrangem várias áreas como a medicina, engenharia, ...”</p>

		<p>“Para o bem-estar e cosmética, como por exemplo as argilas faciais.”</p>
<p>Pergunta 3: Como conheceste essas aplicações?</p>	<p>Verificar se foi o primeiro contacto com a temática. Caso não tenha sido, como adquiriram esses conhecimentos.</p>	<p>“Já conhecia algumas aplicações através de documentários e pelos meus pais.”</p> <p>“Foi durante a aula da professora que fiquei a conhecer.”</p> <p>“Já conhecia algumas aplicações mas fiquei a conhecer a maioria nesta aula.”</p>
<p>Pergunta 4: Para além do cobalto na radioterapia, conheces mais algum caso do uso dos recursos geológicos na saúde humana?</p>	<p>Verificar se os conhecimentos da aplicação dos recursos geológicos na promoção da saúde humana.</p>	<p>“Lembro-me apenas do vídeo que mostrou na aula onde mostrava o uso da prata nas radiografias.”</p> <p>“Também vimos os materiais cirúrgicos, como o bisturi, são feitos a partir de ligas-metálicas.”</p> <p>“Não conheço mais nenhum exemplo, a não ser os que a professora deu na aula.”</p>
<p>Pergunta 5: Consideras que uma apresentação recorrendo a imagens, vídeos e a casos do quotidiano é melhor que uma aula expositiva?</p>	<p>Perceber se a metodologia de ensino aplicada foi eficaz.</p>	<p>“Não é tão intensa, dá para falar de tudo sem repetir. Com as imagens ajuda a perceber melhor.”</p> <p>“É mais rápido e eficaz a interiorização da matéria recorrendo a casos do dia-a-dia.”</p> <p>“Capta mais a atenção e os alunos ficam mais interessados no tema. Por exemplo, não gosto muito de geologia mas como o vídeo me chamou a atenção fiquei curiosa pelo tema e estava atenta.”</p>
<p>Pergunta 6: Após esta sessão, qual a importância que atribuis aos recursos geológicos?</p>	<p>Avaliar que importância atribui aos recursos geológicos, após a sessão dinamizada.</p>	<p>“Mais. A maioria das coisas eu não tinha a noção que eram recursos geológicos que lhe davam origem.”</p> <p>“Não considero que valorizo mais, mas tenho mais conhecimentos nesta área o que me leva a dar mais importância à preservação destes recursos.”</p> <p>“Os recursos fazem mesmo parte do nosso dia-a-dia e eu não tinha essa noção. Precisamos mesmo muito deles, por isso, agora valorizo muito mais.”</p>

V3. Análise e Discussão de Resultados

Pela leitura das intervenções dos alunos, exposta na última coluna da tabela 2, depreende-se que os objetivos inicialmente delineados aquando da formulação das questões foram cumpridos.

Fazendo uma análise questão a questão, num total de seis questões gerais, observa-se que, na questão um, os alunos compreenderam o conceito de recurso geológico, atribuindo exemplos corretos mas apresentando alguma dificuldade a explicar o conceito. Poderá considerar-se que o objetivo da questão foi cumprido e que os alunos compreendem o conceito de recurso geológico.

Relativamente à segunda questão, que contempla as aplicações dos recursos geológicos, averiguando se os alunos atribuem exclusividade a alguma área em

particular, infere-se que estes mencionam maioritariamente a tecnologia mas que reconhecem a vasta diversidade de áreas em que os recursos podem ser empregues.

Quando se tenta perceber como eles conheceram essas aplicações, através da colocação da questão três, revela-se notório que, na sua grande maioria, foi nesta sessão que o adquiriram. Ainda assim, não pode ser desconsiderado a referência do papel da disciplina de físico-química, dos encarregados de educação, dos jogos e da comunicação social, mencionados ao longo das várias entrevistas.

Após a constatação que os alunos reconhecem as várias áreas em que os recursos geológicos podem ser aplicados, procurou-se perceber, através da formulação da questão quatro, se na área da saúde eles legitimam a aplicação dos recursos, apurando alguns exemplos. Evidencia-se que, anteriormente, desconheciam exemplos dessas aplicações mas que dão vários exemplos, todos expostos na sessão. Um dos alunos indica claramente através da frase “Não conheço mais nenhum exemplo, a não ser os que a professora deu na aula.”

A formulação da questão número cinco pretende explorar a importância da forma como os temas são expostos, averiguando se a metodologia de ensino escolhida terá algum impacto, seja ele positivo ou negativo, o que poderia influenciar a perceção dos conteúdos. Ressalta-se que as aulas com que estes alunos são confrontados, geralmente, são de carácter transmissivo sem recurso a materiais didáticos multimédia. Relembrando também, que esta sessão foi sustentada pela metodologia ABRP iniciada por um vídeo introdutório e sustentada de seguida por uma apresentação PowerPoint, inferiu-se que a metodologia influenciou positivamente a sessão, expressa claramente, por exemplo, numa intervenção de uma aluna quando refere: “Capta mais a atenção e os alunos ficam mais interessados no tema. Por exemplo, não gosto muito de geologia mas como o vídeo me chamou a atenção fiquei curiosa pelo tema e estava atenta”.

A última questão remete para a valorização que os alunos atribuem aos recursos geológicos e se esta sessão exerceu alguma influência sobre essa valorização. Constatou-se que existem alunos que já valorizavam os recursos geológicos e que o valor que atribuem a estes manteve-se igual. No entanto, a maioria dos alunos demonstrou valorizar mais, depois da sessão dinamizada, justificando que desconheciam a diversidade de aplicações e a importância que os recursos geológicos exercem no nosso dia-a-dia, Tais inferências podem ser verificadas na intervenção “Os recursos fazem mesmo parte do nosso dia-a-dia e eu não tinha essa noção. Precisamos mesmo muito deles, por isso, agora valorizo muito mais”.

V4. Dificuldades e Limitações da Investigação

A investigação apresentada incorpora algumas limitações que devem ser referidas, bem como dificuldades inerentes à natureza qualitativa do estudo apresentado.

Uma das limitações mais evidentes prende-se com a amostra reduzida do mesmo, que teve de ser limitada ao número de alunos disponíveis para participar na investigação. Uma vez que o estudo decorreu no desenvolvimento de um estágio curricular, no âmbito escolar, a amostra foi de conveniência e apenas participaram os alunos de uma turma. Num estudo futuro, a amostra poderá ser mais alargada, a fim de se tentar obter a saturação. Segundo Fontanella, Ricas & Turato (2008), a amostragem por saturação é uma ferramenta conceitual de inequívoca aplicabilidade prática, podendo, a partir de sucessivas análises paralelas à coleta de dados, nortear sua finalização.

O método de entrevista focal mostrou-se funcional, verificando-se a participação de elementos que, normalmente, nas aulas são menos participativos. No entanto, a duração da entrevista teve de ser bastante restrita devido a esta investigação exceder as obrigações letivas dos alunos. Vários autores apontam para a duração de uma entrevista focal para cerca de uma a duas horas, não se tratando de adultos apontar-se-á para uma hora e meia como o tempo razoável de entrevista.

Tratando-se de uma investigação de carácter qualitativo, onde se explora a análise de conteúdo para o tratamento de dados, outra das limitações desta investigação prende-se com a subjetividade das interpretações realizadas pelo investigador e a análise dos conteúdos e nas inferências que este faz dos mesmos.

Por fim, mas não menos importante, considera-se a sobrecarga horária inerente ao segundo ano do Mestrado, que contempla duas unidades curriculares, o projeto e o estágio curricular como uma dificuldade ao aprofundamento e redação desta investigação.

Capítulo VI – Conclusões

VI1. Conclusões

Face à influência crescente dos efeitos da ciência e da tecnologia na sociedade e porque daí decorrem tanto vantagens como problemas na sua produção e uso, torna-se necessário, em algumas situações, tomar decisões que não são isentas de valores por envolverem interesses políticos, económicos e sociais. A ideia de um ensino de acordo com a perspetiva CTSA está presente nas orientações curriculares do ensino básico e secundário (Vicente, 2012). Relevando esta perspetiva, pretende-se estabelecer uma aproximação entre aquilo que se ensina na escola e as situações do dia-a-dia para, através delas, ajudar os alunos a explorar o conhecimento científico.

Considera-se que o objetivo inicial desta investigação, verificar se os alunos reconhecem a importância de recursos geológicos no quotidiano do Homem, detalhadamente na promoção da saúde humana, recorrendo ao exemplo do uso do cobalto na radioterapia, foi cumprido. Lembra-se, ainda, a importância desta investigação no desenvolvimento profissional do investigador.

Os alunos reconheciam diversos termos associados aos recursos geológicos, no entanto, demonstraram falta de conhecimentos referentes à aplicação destes. Mencionaram, ainda, que estes conhecimentos advinham, maioritariamente, da sessão dinamizada. Porém, não é de desconsiderar a referência à disciplina de físico-química, aos encarregados de educação, aos jogos e à comunicação social, todos estes mencionados ao longo das várias entrevistas. Isto poderá revelar a importância da interdisciplinaridade e da educação em contexto não formal para a valorização da temática dos recursos geológicos.

Verificou-se que, na sua maioria, os alunos não reconheciam o valor dos recursos geológicos no seu quotidiano e aqueles que o reconheciam não o associavam à área da saúde.

Ressalva-se que a metodologia de ensino utilizada poderá ter influenciado positivamente o interesse dos alunos pela temática, sendo bastante claro o entusiasmo que estes demonstraram face à forma como os conteúdos foram expostos.

Em suma, considera-se que poderá ser necessário uma maior clarificação da importância dos recursos geológicos, estando implícito a elucidação da aplicação destes nas diversas áreas que influenciam o nosso quotidiano e a nossa qualidade de vida.

VI2. Implicações no Desenvolvimento Profissional

O sistema de ensino deverá permitir que a comunidade escolar, nomeadamente os professores, participe mais ativamente na configuração curricular de forma a responder mais ajustadamente às necessidades dos alunos, com vista à promoção do seu desenvolvimento. Esta conceção implica pensar o currículo não numa perspetiva normativa, mas sim como um instrumento que permita uma gestão diferenciada, adequando-o ao projeto educativo e curricular da escola. Caminhando, assim, no sentido de uma escola curricularmente inteligente que não dependa exclusivamente de uma gestão que lhe é exterior, onde há espaço para um desenvolvimento e gestão curricular adequada a cada contexto escolar (Barroso, 2013).

As alterações da sociedade do conhecimento e as reformas consecutivas na educação colocam à escola, e particularmente aos professores, desafios que exigem respostas rápidas, rigorosas e complexas. Neste sentido, é necessário incentivar políticas de mudança que promovam ambientes educativos saudáveis, isto é, que vejam a escola não só como uma fonte de informação mas sobretudo como um local de motivação e aprendizagem tanto para os alunos como para os professores (Herdeiro & Silva, 2011). Posto isto, a perceção que a motivação é uma arma valiosíssima, que torna qualquer trabalho menos custoso e o produto final é, sem dúvida, fruto de um enriquecimento substancial.

Inúmeras capacidades investigativas foram desenvolvidas, principalmente no que se refere ao tratamento de dados qualitativos, situação que era menos familiar ao investigador. A exigência inerente a um processo investigativo, bem como a dificuldade da sua concretização em paralelo ao decurso do estágio curricular levaram, obrigatoriamente, ao desenvolvimento de capacidades cognitivas. Verificou-se melhorias na capacidade organizativa, gestão de tempo, reflexão e delineação de metas, agilização no processo de procura e tratamento de informação teórica e familiarização com regras estruturais impostas a um trabalho deste nível académico.

A aplicação de conteúdos recorrendo a casos do quotidiano prevalecerá em futuros projetos, por ser notório o impacto positivo que assoalha junto dos alunos. A conceção de recursos educativos, como vídeos, é bastante morosa mas concede um carácter mais intimista, ajustando-se e potenciando o desenvolvimento dos alunos com que trabalhamos naquele momento.

A maior falha notada e que, futuramente, será um ponto a melhorar é o domínio da língua inglesa. A elaboração do *abstract*, assim como, a consulta de bibliografia em inglês, foram tarefas árduas que demonstram claramente ser um ponto a melhorar para o aperfeiçoamento profissional.

Referências Bibliográficas

- Aires, L. (2011). *Paradigma qualitativo e práticas de investigação educacional*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Barbosa, B., Ferreira, N., & Barra, A. (1999). Importância da Geologia na defesa do património geológico, no geoturismo e no ordenamento do território. *Geonovas*, nº13 (22-23). Acedido em outubro 15, 2015, em <http://hdl.handle.net/10400.9/843>.
- Barroso, D. (2013). *A importância da planificação do processo ensino-aprendizagem nas aulas de História e Geografia*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Letras - Universidade do Porto, Portugal.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Boiko, V. & Zamberlan, M. (2001). A perspectiva sócio-construtivista na psicologia e na educação: o brincar na pré-escola. *Psicologia em Estudo*, vol.6, nº1 (51-58). Acedido em novembro 24, 2015, em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-73722001000100007>.
- Bunnell, J. (2004). Medical Geology: Emerging Discipline on the Ecosystem–Human Health Interface. *EcoHealth*, vol.1 (15-18).
- Cardoso, E. (2003). Aplicações da energia nuclear. *Apostila educativa da CNEN*. Acedido em novembro 24, 2015, em: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01001/aplica.pdf>.
- Carvalho, A. (2008). *Introdução ao estudo dos Minerais*. Lisboa: Âncora.
- Cortecci, G. (2010). Geologia e saúde. *Wilson Scarpelli*. Acedido em dezembro 22, 2015, em: <http://www.cprm.gov.br/pgagem/artigoind.htm>.
- El Twenty Eleven Tema (2014). Curieterapia: Keep Calm and Curie On! *El Twenty Eleven Tema*. Acedido em novembro 8, 2015, em <https://ellanzallamas.com/category/oncologia/>.
- Ferreira, J. (2015). *A Exploração Mineira e os Impactes na Saúde Humana: Um Estudo com Alunos do 7º ano de Escolaridade*. Relatório de Estágio, Faculdade de Ciências - Universidade do Porto, Portugal.
- Figueiredo, L. (2015). *Epidemiology of cancer survivorship in Portugal*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Medicina – Universidade do Porto, Portugal.
- Fonseca, J. (2002). *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará. Acedido em outubro 26, 2015, em: [http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012_1/1SF/Sandra/apostila Metodologia.pdf](http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012_1/1SF/Sandra/apostila%20Metodologia.pdf).

- Fontana, A. & Frey, J. (1994). The art of science. *The handbook of qualitative research* (361-376). Acedido em outubro 17, 2015, em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.7078&rep=rep1&type=pdf>.
- Fontanella, B., Ricas, J., & Turato, E. (2008). Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas [Saturation sampling in qualitative health research: theoretical contributions]. *Cad saúde pública*, 24(1), 17-27.
- Gay, L., Mills, G. & Airasian, P. (2006). *Educational Reserch: competencies for analysis and applications*. New Jearsey: Merril Prentil Hall.
- Gomes, C. & Silva, J. (2010). Impactes positivos de minerais e ambientes geológicos na saúde humana. *Ciências Geológicas – Ensino e Investigação e sua História*, vol.2. Acedido em outubro 30, 2015, em: <https://blacksmoker.wordpress.com/2010/08/14/geologia-medica/>.
- Gigliotti, J. (2010). Carborundum: A Diamond in the Rough. *Pennsylvania Center for the Book*. Acedido em outubro 20, 2015, em <http://pabook2.libraries.psu.edu/palitmap/Carborundum.html>.
- Grawitz, M. (1993). *Méthodes des Sciences Sociales*. Paris: Dalloz.
- Guerra, I. (2006). Pesquisa Qualitativa e Análise de Conteúdo: sentidos e formas de uso. Portugal: Principia.
- Hall, E. & Giacca, A. (2011). *Radiobiology for radiologist*. 7thed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Herdeiro, R. & Silva, A. M. (2011). Desenvolvimento Profissional Docente: contextos e oportunidades de aprendizagem na escola. In A. B. Lozano et al (orgs.), *Libro de Actas do XI Congreso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia*. Coruña: Facultad de Ciências da Educación.
- Khan, F. (2010). The physics of radiation therapy. 4thed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Krippendorff, K. (1980). Content analysis. An Introduction to its Methodology. Beverly Hills: Sage.
- Latorre, A., Del Rincon, D. & Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona, Hurtado Ediciones, p.42.
- Lorenzetti, J., Trindade, L., Pires, D. & Ramos, F. (2012). Tecnologia, inovação tecnológica e saúde: uma reflexão necessária. *Texto and Contexto Enfermagem*, 21(2), 432.
- Merhy, E. & Onocko, R. (2006). Agir em Saúde: um desafio para o público. 2 ed. São Paulo: Hucitec.

- Moura, A. (2016). *Geologia económica dos metais básicos e dos metais ferrosos*. Coimbra: Palimage.
- Nunes, M. & Pereira, M (1999). Literacia científica e tecnológica e as tomadas de decisão. In Metodologias do ensino das ciências- investigação e prática dos professores (357-370). Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora.
- O Joelho (2013). Protese de joelho. *O Joelho*. Acedido em novembro 25, 2015, em <http://ojoelho.com.br/protese-joelhos/>.
- Pam, P. (2011). Emergência do Homem e das Civilizações. *Reflexões da História*. Acedido em outubro 17, 2015, em <https://reflexoesdehistoria.wordpress.com/2011/01/page/2/>.
- Parreira, S. (2012). *Perspectiva CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente) no ensino das ciências: concepções e práticas de professores de ciências da natureza do 2.º ciclo do ensino básico*. Dissertação de Mestrado- Ensino das Ciências, Escola Superior de Educação de Bragança, Portugal.
- Pascoal, C. (2015). *Estudo de teste de resposta térmica aplicado a geotermia*. Dissertação de Mestrado – Instituto Politécnico e Setúbal, Portugal.
- Reis, P. (2007). *O ensino da ética nas aulas de ciências através do estudo de casos*. Faculdade de Ciências – Universidade de Lisboa, Portugal.
- Santos, M. (1999). *Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI; Co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS*. In Actas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos.
- Samuel, J.(n.d.) COBALTO TERAPIA. *El Spectrum Tema*. Acedido em novembro 23, 2015, em: <https://modulo2imagenes.wordpress.com/category/uncategorized/page/3/>.
- Schreiber, G. (2015). General Principles of Radiation Therapy. Medscape. Acedido em novembro 20, 2015, em <http://emedicine.medscape.com/article/846797-overview#a2>.
- Soares, J., Colaço, M. & Sousa, M. (2014). *Cobalto*. Faculdade de Farmácia - Universidade do Porto. Acedido em novembro 23, 2015, em: <http://monografiacobalto.wix.com/cobalto>.
- Sousa, A. (2002). *Promoção da literacia em Geociências: O Exemplo da Oficina Pedagógica de Geologia do Palácio de Cristal. Da construção de materiais à divulgação científica*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências - Universidade do Porto, Portugal.
- Steinnes, E. (2009). Soils and geomedicine. *Environmental geochemistry and health*, 31(5), 523-535.

- Torres, J., Costa, J. & Vasconcelos, C. (2015). Geomedicina – Contributos da história da geologia e sua aplicação no ensino. In I. Rodrigues & J. Azevedo (Eds.), E-book do 1º Encontro de História da Ciência no Ensino, p. 127-136. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Torres, J., Preto, C. & Vasconcelos, C. (2013). Problem-based Learning environmental scenarios: an analysis of Science students and teachers questioning. *Journal Science of Education*, 14(2), 71-74.
- Department of Health and Human Services (2004). Toxicological profile for cobalt. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*. Acedido em dezembro 6, 2015 em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=373&tid=64>.
- Vasconcelos, C. & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Porto: Porto Editora.
- Vicente, M. (2012). *Perspectivas acerca da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: um estudo comparativo com alunos dos cursos de ciências e tecnologias e de línguas e humanidades*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Educação de Bragança, Portugal.
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. London: Harvard University Press.

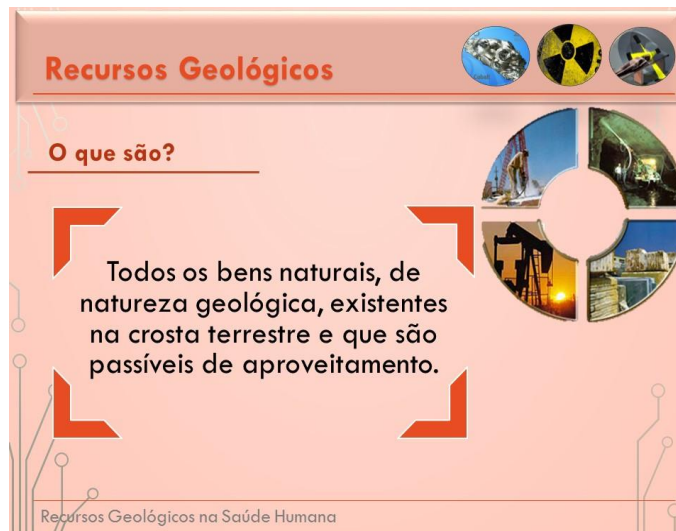
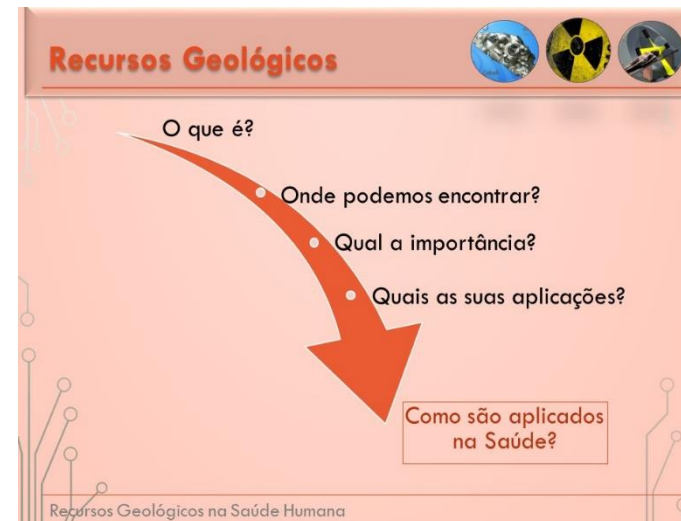
Anexo I

Tabela 3. Elementos químicos e funções biológicas no organismo humano. Adaptado de Cortecchi, 2010.

Elemento	USRDA (dose diária recomendada)	Ação Biológica
Ca Cálcio	800 – 1200 mg	Necessário para o fortalecimento de ossos e dentes. Utilizado nos mecanismos de contração e relaxamento muscular, na coagulação do sangue, na regulação da permeabilidade celular e na transmissão de impulsos nervosos.
Cl Cloro	750 – 3600 mg	Presente sobretudo na forma iónica. Necessário para o balanço hídrico e controle da pressão osmótica. Participa na digestão e assimilação dos alimentos.
Cr Cromo	50 – 200 µg	Importante para o metabolismo dos açúcares. Sintomas de falta de cromo (intolerância à glicose, resistência à insulina, crescimento lento, neuropatia periférica, redução da fertilidade dos espermatozoides) são encontrados em crianças mal nutridas e em indivíduos com diabetes.
Cu Cobre	1.55 – 3 mg	Essencial para o metabolismo energético, sendo componente de enzimas oxidantes. Necessário para a síntese da hemoglobina, para funções neuronais e para queratização e pigmentação da pele e do cabelo. Sintomas de falta de cobre são osteoporose, deficiência de glóbulos brancos e a redução de defesas imunológicas.
F Fluor	1.5 – 4 mg	Presentes nos ossos e dentes. Evita cáries dentárias e osteoporose.
I Iodo	150 µg	Presente sobretudo na tiróide e como constituinte da hormona tiroideal. Necessário para o controle da temperatura corporal, do metabolismo, da reprodução e do crescimento.
Fe Ferro	10 – 15 mg	Constituinte da hemoglobina e da mioglobina (moléculas que fixam e transportam o oxigénio no sangue e nos tecidos) e de complexos enzimáticos. Necessário para a produção de energia a nível celular e para a integridade do sistema imunológico.
Mg Magnésio	280 – 350 mg	Presente principalmente nos ossos. Participa no mecanismo de contração muscular e é indispensável para a ação de numerosas enzimas.
Mn Manganês	2 – 5 mg	Promove o crescimento, o desenvolvimento e as funções celulares. É parte integrante dos ossos e cartilagens e é um fator essencial nas reações enzimáticas que envolvem os metabolismos proteico, lipídico e glucídico.
Mo Molibdénio	75 – 250 µg	Constituinte de enzimas que participam em importantes reações de oxidação-redução. De certa forma, o papel do Mo é análogo ao do Mn.
P Fósforo	2000 – 3500 mg	Essencial para os ossos e para a produção de energia. Participa em quase todas as reações químicas que ocorrem no organismo.
K Potássio	2000 – 3500 mg	Regula o balanço dos fluídos corporais. Atua nas contrações musculares e na transmissão de impulsos nervosos.
Se Selénio	55 – 70 µg	Tem um papel importante na prevenção de algumas doenças cardiovasculares e neoplasias. Evita oxidação por radicais livres, retardando o processo degenerativo de envelhecimento.
Na Sódio	500 – 2400 mg	Tem papel importante na manutenção do equilíbrio hidrossalino do organismo. Atua na transmissão de impulsos nervosos e no transporte dos metabolitos.
Zn Zinco	12 – 15 mg	Existe em todos os tecidos corporais, em particular nos ossos, músculos e pele. Protege o fígado de danos químicos, regula o crescimento e é necessário para a integridade do sistema imunológico.

Apêndices

Apêndice 1 – PowerPoint utilizado na sessão Recursos Geológicos e Saúde Humana.



Recursos Geológicos



Qual a importância?



Recursos Geológicos na Saúde Humana

Recursos Geológicos



Como são aplicados na
Saúde Humana?

Recursos Geológicos na Saúde Humana

Cobalto



Co 27



Tempo de
semivida

Raios γ

Decaimento

Recursos Geológicos na Saúde Humana

Curieterapia



Irradiado

≠

Radioativo

Elementos Radioativos

Recursos Geológicos na Saúde Humana

Radioterapia

O que é o Cancro?

Recursos Geológicos na Saúde Humana

Radioterapia

Tratamento

Raios γ

Efeitos Biológicos

Células Cancerígenas

Recursos Geológicos na Saúde Humana

Radioterapia

'Bomba' de Cobalto

Recursos Geológicos na Saúde Humana

Radioterapia

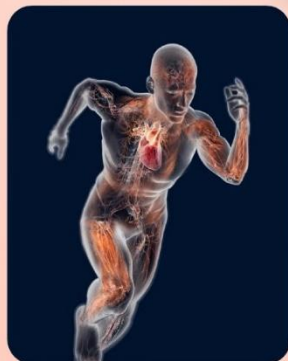
Tratamento

Efeitos Primários

Efeitos Secundários

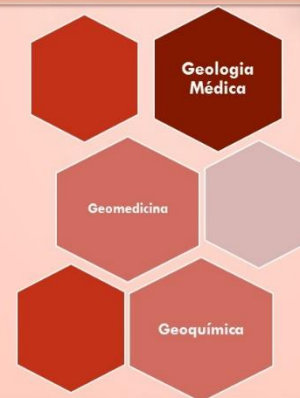
Recursos Geológicos na Saúde Humana

Importância Biológica



Recursos Geológicos na Saúde Humana

Geologia Médica



Recursos Geológicos na Saúde Humana

Outras aplicações na Saúde



O Lítio é utilizado como princípio ativo de medicamentos para controle de psicose maniaco-depressiva.

O Sulfato de Cálcio hidratado é utilizado como gesso ortopédico.

O tântalo é utilizado no fabrico de ligas metálicas (aço-tântalo), em próteses dentárias e em ferramentas de corte cirúrgico, como, por exemplo, bisturis.

O bromo é utilizado na produção de medicamentos, desinfetantes, corantes e na purificação de água.

Recursos Geológicos na Saúde Humana

Co 27



Obrigada pela atenção!



Recursos Geológicos na Saúde Humana

Apêndice 2 – Documento explanando a descoberta do Rádio, utilizado para ressalvar a importância da História da Ciência.

U. PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

FC

UNIDADE DE ENSINO
DAS CIÊNCIAS

escola intercultural
AGRUPAMENTO DE ESCOLAS
RODRIGUES DE FREITAS

21.12.1898: los Curie descubren el Radium



LE RADIUM
PUBLICATION MENSUELLE

DIRECTEUR: HENRI FAYAR
ADMINISTRATEUR: M. des Arts, 100, rue de la Harpe, PARIS

Le Laboratoire de la Rue Lhomond

M. & M^{me} CURIE

NOTA. — Les photographies prises au cours de nos travaux, ont été données par l'aimable M. de la Harpe, la diffusion est au service des laboratoires. Merci de l'attention et de l'aide qu'il a bien voulu nous donner.

PHYSICO-CHIMIE. — Sur une substance nouvelle radio-active, contenue dans la pechblende (*). Note de M. P. CURIE et de M^{me} S. CURIE, présentée par M. Becquerel.

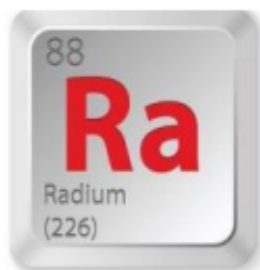
« Certains minéraux contenant de l'uranium et du thorium (pechblende, chalcélite, uranite) sont très actifs au point de vue de l'émission des rayons de Becquerel. Dans un travail antérieur, l'un de nous a montré que

(*) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et Chimie industrielles. Nous remercions tout particulièrement M. Bémont, chef des travaux de Chimie, pour les conseils et l'aide qu'il a bien voulu nous donner.

C. R., 1898, 1^{er} Semestre. (T. CXXXVII, N° 2.) 24

Apêndice 3 – Elementos químicos utilizados em radioterapia e suas características.

FICHA DESCRITIVA



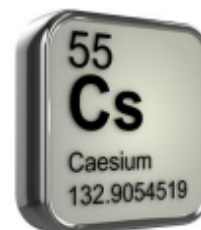
Número atómico: 88
Símbolo atómico: Ra
Massa atómica: 226 u
Ponto de Fusão: 699,85 °C
Ponto de Ebulição: 1736,85 °C

Origem da palavra: A palavra Rádio deriva da palavra latina *raio*. Esta designação advém do facto de este elemento possuir decaimento radioativo.

Descoberta: Marie Curie descobriu o rádio em 1898, como elemento secundário na uraninite. Em 1911, Curie e André Louis Debierne isolam o elemento recorrendo à eletrólise de uma solução de cloreto de rádio.

Propriedades do rádio: O rádio é um elemento do grupo dos metais alcalino-terrosos, luminescente e emite raios alfa (α), beta (β) e gama (γ). Quando está no seu estado puro apresenta a cor branca. No entanto, escurece quando exposto ao ar, provavelmente por causa da formação de nitratos. Quando exposto a uma chama, o rádio exibe uma cor vermelho carmim. Apresenta 33 isótopos, porém somente o isótopo Ra-226 (que surge em função do decaimento do urânio) é estável, apresentando semi-vida de aproximadamente 1600 anos e uma energia de 4,871 MeV.

FICHA DESCRITIVA



Número atómico: 55
Símbolo atómico: Cs
Peso Atómico: 132,905 u
Ponto de Fusão: 28,450 °C
Ponto de Ebulição: 670,850 °C

Origem da palavra: O seu nome deriva do latim *caesius*, que significa céu azul.

Descoberta: O cézio foi descoberto por Robert Bunsen e Gustav Kirchhoff em 1860 numa água mineral de Durkheim, Alemanha, através de análise espectrográfica. A sua identificação foi baseada nas linhas azuis brilhantes do seu espectro, sendo o primeiro elemento descoberto por análise espectral. O cézio existe na lepidolite (silicato de alumínio e cézio hidratado). Uma das fontes mundiais mais significativas deste metal encontra-se no Lago Bernic em Manitoba (Canadá).

Propriedades do Cézio: O isótopo radioativo cézio-137 apresenta uma semi-vida de cerca de 30 anos e liberta energia de 1,174 MeV. É usado em aplicações médicas, industriais e hidrológicas, embora apresente uma ligeira toxicidade. Sendo considerado um metal perigoso, os seus radioisótopos apresentam um risco para a saúde quando libertados no ambiente.

Aplicações: Desde os anos 1990, a sua principal aplicação é sob a forma de formiato de cézio para fluidos de perfuração, mas é também utilizado em aplicações elétricas, eletrónicas e químicas.

FICHA DESCRITIVA



Número atómico: 27

Símbolo atómico: Co

Massa atómica: 58,933 u

Ponto de Fusão: 1494,850 °C

Ponto de Ebulição: 2926,850 °C



Origem da palavra: O nome tem origem na palavra alemã Kobalt, génio do mal na mitologia germânica. Este metal branco-avermelhado é bastante duro, ligeiramente magnético e dúctil.

Descoberta: Descoberto em 1735 pelo sueco Brandt, constitui, quando combinado com o oxigénio, a base azul (azul-cobalto).

Propriedades do Cobalto: A cobaltite é o principal minério de cobalto mas a saflonite é, também, uma importante fonte deste elemento. O cobalto, quando ocorre na sua forma livre, tende a formar ligas metálicas que lhe conferem elevada dureza, mesmo a altas temperaturas, tornando-se assim uma potencial matéria-prima da indústria metalúrgica.

O cobalto-60 (Co-60) é um isótopo artificial extremamente radioativo, produzido num reator nuclear a partir do bombardeamento de Co-59 com neutrões. É conhecido devido às suas aplicações em radioterapia. Este decai em emissões beta (β) de Ni-60 com uma semi-vida de 5,2714 anos, emitindo raios gama (γ) com energia de 1,117 MeV e 1,33 MeV.

Aplicações: O cobalto possui várias aplicações industriais e militares, como motores de aeronaves, ímanes, ferramentas de corte e moagem e em próteses como, por exemplo, da articulação do joelho. Os compostos de cobalto são também usados como corantes de vidro, cerâmica e tintas e como catalisadores de reações orgânicas e industriais.

Apêndice 4 – Estrutura do guião de entrevista focal.

Guião Entrevista Focal		
Tema	Recursos Geológicos e Saúde Humana: O uso do Cobalto na Radioterapia	
Entrevistador	Alexandra Sofia Coelho Monteiro	
Entrevistador Cooperante	Ana Isabel Correia Ribeiro	
Entrevistado:	10º A	Grupo:
Objetivo: Verificar se os alunos reconhecem a importância de recursos geológicos no quotidiano, nomeadamente na promoção da saúde humana, recorrendo ao exemplo do uso do cobalto na radioterapia.		
Introdução: A entrevista respeita o anonimato, sendo que os resultados produzidos na mesma serão de uso exclusivamente académico. Deverás responder o mais honestamente possível, não havendo respostas certas ou erradas.		
Pergunta 1	O que entendes por recursos geológicos?	
Observações:		

Pergunta 2	Que aplicações podem ter os recursos geológicos?
Observações:	

Pergunta 3	Como conhecesse essas aplicações?
Observações:	

Pergunta 4	Para além do cobalto na radioterapia, conheces mais algum caso do uso dos recursos geológicos na saúde humana?
Observações:	

Pergunta 5	Consideras que uma apresentação recorrendo a imagens, vídeos e a casos do quotidiano é melhor que uma aula expositiva?
Observações:	

Pergunta 6	Após esta sessão, qual a importância que atribuis aos recursos geológicos?
Observações:	

Apêndice 5 – Transcrição e codificação das gravações da entrevista

Tabela 4. Transcrição e codificação das gravações da entrevista aos quatro grupos de alunos.

Grupo	Perguntas	Código
I	Pergunta 1 O que entendes por recursos geológicos?	
	<p><u>I.2. É algo que podemos tirar da geosfera e que é passível de ser utilizado. Podemos aproveitar do meio ambiente.</u></p> <p><u>I.3. A areia para fazer vidro.</u></p> <p><u>I.2. A energia eólica, solar e hidráulica.</u></p> <p><u>Observações</u> Os alunos indicam que compreendem o conceito de recurso geológico mas sentem dificuldade a definir e a dar exemplos do mesmo.</p>	A1
II	<p><u>II.3. É um recurso que existe na geosfera e que podem ser utilizados por nós.</u></p> <p><u>II.4. A sua exploração tem de ser passível de se realizar. Se o homem não o conseguir alcançar deixa de ser um recurso porque não podemos utilizar.</u></p> <p><u>II.7. Por exemplo o petróleo é um recurso geológico.</u></p> <p><u>II.2. O ouro também.</u></p> <p><u>Observações</u> Os alunos reconhecem as salinas como um recurso geológico.</p>	A1
III	<p><u>III.1. Recursos que se extraem da Terra e que nos ajudam no dia-a-dia.</u></p> <p><u>III.7. Pode ser útil no tratamento de doenças.</u></p> <p><u>III.1. O cobalto pode ser considerado um recurso geológico.</u></p> <p><u>III.5. O quartzo e o Ouro também podem ser considerados recursos.</u></p> <p><u>III.1. As salinas também podem ser consideradas um recursos geológico, porque tem aproveitamento, neste caso o Sal.</u></p> <p><u>III.2. Recurso extraído da Terra e que tem algum tipo de aproveitamento que seja vantajoso para o ser humano.</u></p>	A1
IV	<p><u>IV.6. Uma coisa que é aproveitada da Terra.</u></p> <p><u>IV.7. É um recurso que podemos tirar da natureza e cuja finalidade é resolver um problema Humano, seja na saúde, na tecnologia, na construção...</u></p> <p><u>IV.6. A prata pode ser considerada um recurso geológico. É usada nas radiografias, por exemplo.</u></p> <p><u>IV.2. A mármore pode ser outro exemplo, e é usado na construção.</u></p> <p><u>IV.2. Sim, as salinas podem ser um recurso geológico.</u></p>	A1
	Pergunta 2 Que aplicações podem ter os recursos geológicos?	
I	<p><u>I.3. No nosso dia-a-dia. Na medicina...</u></p> <p><u>I.4. Na tecnologia.</u></p> <p><u>I.3. Pode ser aplicado no gesso.</u></p> <p><u>I.2. O lítio é aplicado nas baterias, o tântalo na nanotecnologia. Não sabia que os recursos eram aplicados em tantas áreas. Sabias em algumas mas não sabia que se estendia a tantas.</u></p> <p><u>I.3. Já conhecia algumas aplicações mas ligadas à construção civil.</u></p> <p><u>Observações</u> Não consideram a aplicação dos recursos exclusivos de uma área mas desconheciam a larga aplicação dos mesmos.</p>	<p>B0</p> <p>B1</p> <p>B0</p> <p>B0</p> <p>B1</p>
II	<p><u>II.3. Na saúde humana como por exemplo o raio x.</u></p> <p><u>II.1. Nas tecnologias.</u></p> <p><u>II.2. Em eletrodomésticos como por exemplo o alumínio nas torradeiras.</u></p> <p><u>II.7. Nas janelas, o quartzo, nas mesas, ou seja em todos os materiais.</u></p> <p><u>II.4. Tudo que nos rodeia tem na sua constituição minerais.</u></p> <p><u>Todos: São aplicados em diversas áreas.</u></p>	B0

III	III.6. Podem ser aplicados à saúde.	
	III.7. Nos matérias de construção.	
	III.1. Na tecnologia, como por exemplo, nos telemóveis.	
III	III.1. Até como alimento, como por exemplo, o Sal.	
	III.2. Na energia, como por exemplo a energia geotérmica.	
	<u>Observações</u>	
	<u>Os alunos reconhecem que os recursos geológicos são aplicados em diversas áreas, apresentando vários exemplos.</u>	B0

IV	IV.3. <u>Nos instrumentos de saúde, nas tecnologias, como por exemplo, nos telemóveis e computadores.</u>	
	IV.7. <u>Os recursos abrangem várias áreas como a medicina, engenharia, ...</u>	B0
	IV.6. <u>Várias áreas. Sem os recursos geológicos não tínhamos matérias-primas.</u>	
	IV.7. <u>Para o bem-estar e cosmética, como por exemplo as argilas faciais.</u>	

Pergunta 3
Como conheceste essas aplicações?

I	I.3. <u>Já conhecia algumas aplicações através de documentários e pelos meus pais.</u>	C0
	I.1. <u>Foi durante a aula da professora que fiquei a conhecer.</u>	C1
	I.2. <u>Já conhecia algumas aplicações mas fiquei a conhecer a maioria nesta aula.</u>	C1

II	II.5. <u>Em jogos.</u>	
	II.4. <u>Nas aulas de físico-química no estudo dos elementos químicos da tabela periódica.</u>	C0
	II.1. <u>Nesta aula.</u>	C0 C1

Observações

Não aprendem no ambiente familiar mas consideram que na escola dá-lhes informação suficiente à cerca deste assunto.

III	III.4. Na televisão, também nesta aula...	
	III.5. <u>Durante a aula da professora.</u>	C1
	III.7. Nos rótulos da água e durante a aula.	
	III.6. <u>O lítio no telemóvel através da descrição na bateria deste.</u>	C0
	III.1. <u>Eu conhecia algumas aplicações mas na aula foi onde aprendi mais aplicações.</u>	C1

Todos: Consideramos que a Escola foi o principal local de obtenção de informação sobre a aplicação dos recursos geológicos.

Observações

Consideram que foi durante esta sessão que desenvolveram mais conhecimentos nesta área.

IV	IV.3. <u>Nas notícias.</u>	
	IV.7. <u>Dos nossos pais.</u>	C0
	Todos: Na escola.	C0

Observações

No geral, reconhecem que foi na escola, principalmente nesta aula, a principal fonte de informação das aplicações dos recursos geológicos.

Pergunta 4
Para além do cobalto na radioterapia, conheces mais algum caso do uso dos recursos geológicos na saúde humana?

I	I.4. <u>Não.</u>	D0
	I.3. Muitas grávidas tomam suplementos.	
	I.2. <u>Lembro-me apenas do vídeo que mostrou na aula onde mostrava o uso da prata nas radiografias.</u>	D1
	I.4. <u>Também vimos os materiais cirúrgicos, como o bisturi, são feitos a partir de ligas-metálicas.</u>	D1

- II.2. Como vimos na aula da professora pode ser usado outros elementos químicos na vacina por exemplo. D1
- II.3. Nos raios x é utilizado a prata.
- II.6. Em gesso ortopédico. D1
- II.2. Nos bisturis e outros materiais cirúrgicos. D1
- II.7. Nas próteses dos joelhos/dentários.

- III.4. Não conheço mais nenhum exemplo, a não ser os que a professora deu na aula. D0
- III.5. O Rádio e o Césio que são usados na radioterapia, como viemos na aula.
- III.6. A prata nos raios X. D1
- III.4. As próteses dos joelhos.
- III.1. O gesso ortopédico.

Observações

Os alunos não identificam mais exemplos, para além dos mencionados na aula, que possam ser aplicados na saúde.

- IV.6. O rádio e o césio na radioterapia.
- IV.7. O lítio no tratamento de doenças psicológicas. D1
- IV.3. Tântalo em ligas metálicas para os aparelhos tecnológicos como os computadores. D1

Pergunta 5

Consideras que uma apresentação recorrendo a imagens, vídeos e a casos do quotidiano é melhor que uma aula expositiva?

- I.3. Este tipo de aula é mais interativa, chama mais à atenção. E1
- I.2. É mais apelativa. E1
- I.4. Não é tão intensa, dá para falar de tudo sem repetir. Com as imagens ajuda a perceber melhor. E1
- I.2. Não baseamo-nos só em dar a matérias mas abranger mais áreas.
- I.2. É mais rápido e eficaz a interiorização da matéria recorrendo a casos do dia-a-dia. E1
- I.3. Percebe-se muito melhor a matéria.
- I.2. O vídeo ajuda porque introduz a matéria e depois nós comentamos. No início não percebíamos tudo que demonstrou no vídeo mas depois com a explicação da professora tornou-se tudo mais claro.
- I.4. Com o vídeo conseguimos perceber que os recursos geológicos podem ter diversas aplicações.
- I.2. O vídeo também nos mostrou a diversidade de materiais, como por exemplo a grafite e o diamante que apresentam a mesma fórmula química mas as ligações que estabelecem são diferentes, tornando-os tão diferentes, isso é muito interessante.

Observações

Os alunos consideram que esta metodologia torna mais rápido e eficaz a interiorização da matéria podendo ser mais esclarecedora.

Os alunos perceberam que os recursos podem ter diversas aplicações.

- Todos:** Completamente.
- II.2. Sem dúvida que capta mais a atenção uma aula que começa com um vídeo, pois ficamos curiosos para saber o que é. E1

Observações

Os alunos mostraram-se bastante receptivos a este tipo de aulas considerando-a bastante apelativa e interessante.

- III.2. Melhor. Consigo associar e captar melhor a atenção com uma imagem ou vídeo.
- III.4. Melhor. O facto de estar aplicado ao quotidiano é mais vantajoso. Há mais interação com o professor e isso ajuda-nos a tirar melhor as dúvidas.
- III.1. Capta mais a atenção e os alunos ficam mais interessados no tema. Por exemplo, não gosto muito de geologia mas como o vídeo me chamou a atenção fiquei curiosa pelo tema e estava atenta. E1

	<p>IV.2. Acho que é melhor que uma aula expositiva e considero que influência a atenção prestada, neste prestei mais atenção.</p> <p>IV.3. Considero mais vantajosa este tipo de aulas, porque são mais dinâmicas, onde prevalece o diálogo professor-aluno.</p> <p>IV.7. As aulas são melhores assim porque é mais fácil de imaginar os fenómenos quando vemos vídeos ou imagens.</p> <p><u>Observações</u> Todos consideram melhor que uma aula expositiva, realçando que esta aula captou mais a atenção deles.</p>	E1 E1
	<p>Pergunta 6 Após esta sessão, qual a importância que atribuis aos recursos geológicos?</p>	
I	<p>I.2. <u>Mais. A maioria das coisas eu não tinha a noção que eram recursos geológicos que lhe davam origem.</u></p> <p>I.3. Eu sabia. Mas não sabia tanto, por isso considero que dou mais importância agora.</p> <p>I.4. Eu não conhecia quase nada. Por isso considero que dou mais importância.</p> <p><u>Observações</u> A importância que os alunos atribuem aos recursos geológicos é maior. É maior. Não sabia que existia tantos recursos geológicos e nem todas as aplicações que estes possuem.</p>	F1
II	<p>II.7., II.5., II.2. <u>A importância manteve-se igual pois já valorizávamos os recursos geológicos.</u></p> <p>II.3., II.4., II.6. <u>Agora atribuímos mais importância aos recursos geológicos.</u></p> <p>II.4. <u>Por exemplo, quando partia um telemóvel só me preocupava com o valor dele, agora preocupo-me com os recursos que estou a gastar ao comprar outro. Não tinha a noção que estava a gastar recursos geológicos.</u></p> <p>II.3. <u>Os recursos fazem mesmo parte do nosso dia-a-dia e eu não tinha essa noção. Precisamos mesmo muito deles, por isso, agora valorizo muito mais.</u></p>	F0 F1 F1 F1
III	<p>III.7. Com a sessão valorizo mais os recursos geológicos porque fiquei a perceber que estes são mesmo importantes para tudo aquilo que utilizamos.</p> <p>III.6. <u>Valorizo mais porque fiquei a conhecer as aplicações que os recursos podem ter e eu nem imagina que podia ser possível.</u></p> <p>III.1. Com a esta aula valorizo muito mais, principalmente a preservação dos recursos geológicos.</p> <p><u>Observações</u> Os alunos, após esta sessão, reconhecem o valor dos recursos geológicos, passando a valorizá-los mais que anteriormente, principalmente tomando consciência da importância da sua preservação.</p>	F1
IV	<p>IV.6. Valorizo mais, sem dúvida.</p> <p>IV.7. <u>Não considero que valorizo mais, mas tenho mais conhecimentos nesta área o que me leva a dar mais importância à preservação destes recursos.</u></p> <p>IV.2. Maior, porque agora sei em que são aplicados e como obtemos estes recursos.</p> <p><u>Observações</u> Apenas um aluno valoriza igual, os outros alunos consideram que valorizam mais os recursos geológicos depois desta aula.</p>	F0